

**ANALISIS ADDITIVE PATI JAGUNG TERHADAP
FILTRATION LOSS DAN RHEOLOGY LUMPUR PEMBORAN**

TUGAS AKHIR

Diajukan guna melengkapi syarat dalam mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

DEDI SUFIANDI

143210254



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

2019

KATA PENGANTAR

Puji syukur disampaikan kepada Allah Subhanna wa Ta'ala karena Rahmat dan karunia-Nya, saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul Analisis *additive* Pati Jagung terhadap *Filtration loss* dan *Rheology* Lumpur Pemboran. Penulisan tugas akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Perminyakan, Universitas Islam Riau. Selama menjalani Program Studi Teknik Perminyakan hingga sampai dengan penyelesaian Tugas Akhir, banyak pihak yang telah membantu dan mendorong saya untuk menyelesaikan Tugas Akhir. Saya ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Orang tua dan keluarga yang memberikan dukungan penuh akan material maupun moral.
2. Ibu Novrianti, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing 1 dan Bapak Idham Khalid S.T., M.T. selaku dosen pembimbing 2, yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk memberikan masukan dalam penyusunan tugas akhir ini.
3. Kepala Laboratorium Teknik Pemboran Program Studi Teknik Perminyakan Bapak Idham Khalid S.T., M.T. dan Instruktur Laboratorium Ibu Eka Kusumadewi S.T. yang telah mendukung dilakukannya penelitian.
4. Ketua Dr. Eng. Muslim, M.T. dan Sekretaris Prodi Novrianti S.T., M.T. serta dosen-dosen yang sangat banyak membantu terkait perkuliahan, ilmu pengetahuan, dan hal lain yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu.
5. Teman-teman yang telah memberikan dukungan yaitu untuk PE 2014 B serta sahabat dan rekan seperjuangan tugas akhir.

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

Pekanbaru, 19 Juni 2019

Dedi Sufiandi

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
DAFTAR SINGKATAN.....	xii
DAFTAR SIMBOL	xiii
ABSTRAK	xiv
ABSTRACT	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 TUJUAN PENELITIAN.....	2
1.3 BATASAN MASALAH.....	2
1.4 METODE PENELITIAN	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 PENELITIAN TERDAHULU	5
2.2 <i>FILTRATION LOSS</i> DAN <i>MUD CAKE</i>	6
2.3 <i>RHEOLOGY</i> LUMPUR PEMBORAN.....	7
2.3.1 <i>Viscosity</i> (μ)	7
2.3.2 <i>Plastic Viscosity</i> (μP).....	8
2.3.3 <i>Yield Point</i> (<i>YP</i>)	8
2.3.4 <i>Gel Strength</i> (<i>GS</i>).....	8
2.4 PATI JAGUNG.....	9
2.5 ANALISIS REGRESI DAN KORELASI MENGGUNAKAN MINITAB	10
2.6 PENGUJIAN EDS.....	11

BAB III METODELOGI PENELITIAN.....	13
3.1 LOKASI DAN WAKTU PENELITIAN.....	13
3.2 JENIS DATA	13
3.3 SAMPEL PENELITIAN	13
3.4 BAHAN DAN ALAT PENELITI	13
3.4.1 Bahan.....	13
3.4.2 Alat Penelitian	14
3.5 PROSEDUR PENELITIAN.....	18
3.5.1 Prosedur Pembuatan Pati Jagung.....	18
3.5.2 Prosedur Pembuatan Lumpur	20
3.5.3 Prosedur Pengujian <i>Rheology</i>	20
3.5.4 Prosedur Pengujian <i>Filtration Loss</i>	22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	23
4.1 <i>FILTRATION LOSS</i> DAN <i>MUD CAKE</i>	23
4.2 <i>RHEOLOGY</i>	26
4.2.1 Viscosity.....	26
4.2.2 Plastic Viscosity.....	28
4.2.3 Gel Strength.....	30
4.3 ANALISIS REGRESI DAN KORELASI ANTARA PARAMETER UJI TERHADAP MASSA.....	31
4.3.1 <i>Filtration Loss</i> terhadap Massa.....	32
4.3.2 <i>Mud Cake</i> terhadap Massa.....	34
4.3.3 <i>Viscosity</i> terhadap Massa	36
4.3.4 <i>Plastic Viscosity</i> terhadap Massa.....	38
4.3.5 <i>Gel Strength</i> terhadap Massa.....	40
BAB V PENUTUP	43
5.1 KESIMPULAN	43
5.2 SARAN	44

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN I

LAMPIRAN II

LAMPIRAN III

LAMPIRAN IV



Dokumen ini adalah Arsip Milik :
Perpustakaan Universitas Islam Riau

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Flow Chart.....	4
Gambar 2.1	Biji Jagung.....	9
Gambar 3.1	Timbangan Digital.....	14
Gambar 3.2	Gelas Ukur.....	14
Gambar 3.3	Stopwatch.....	15
Gambar 3.4	Sieve.....	15
Gambar 3.5	Mud Mixer.....	16
Gambar 3.6	Mud Balance.....	16
Gambar 3.7	Fann VG Meter.....	17
Gambar 3.8	LPLT.....	17
Gambar 3.9	Filter Paper.....	18
Gambar 3.10	Cup & Marsh Funnel.....	18
Gambar 3.11	Jangka sorong.....	18
Gambar 3.12	Pati Jagung.....	20
Gambar 3.13	Lumpur.....	20
Gambar 4.1	Nilai Filtration loss Vs Lumpur Standar.....	24
Gambar 4.2	Nilai Mud cake Vs Lumpur Standar.....	26
Gambar 4.3	Nilai Viscosity Vs Lumpur Standar.....	28
Gambar 4.4	Nilai Plastic Viscosity Vs Lumpur Standar.....	29
Gambar 4.5	Nilai Gel Strength Vs Lumpur Standar.....	30
Gambar 4.6	Fitted Line Plot Massa Vs Filtration Loss.....	32
Gambar 4.7	Regression Analysis Filtration Loss Versus Massa.....	33
Gambar 4.8	Fitted Line Plot Massa Vs Mud Cake.....	34
Gambar 4.9	Regression Analysis Mud Cake Vs Massa.....	35
Gambar 4.10	Fitted Line Plot Massa Vs Viscosity.....	36
Gambar 4.11	Fitted Line Plot Massa Vs Viscosity.....	37
Gambar 4.12	Fitted Line Plot Massa Vs Plastic Viscosity.....	38

Gambar 4.13 Fitted Line Plot Massa Vs Plastic Viscosity..... 39
Gambar 4.14 Fitted Line Plot Massa Vs Gel Strength..... 40
Gambar 4.15 Fitted Line Plot Massa Vs Gel Strength..... 41



Dokumen ini adalah Arsip Milik :
Perpustakaan Universitas Islam Riau

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Komposisi pada bagian biji jagung berdasarkan bobot kering	10
Tabel 2.2	Hasil Komposisi EDS Pati Jagung	10
Tabel 3.1	Jadwal Penelitian Tugas Akhir	Er
	ror! Bookmark not defined.	
Tabel 4.1	Perbandingan Hasil Pengamatan Filtration loss Vs Lumpur Standar	13
Tabel 4.2	Bentonite physical Specification	25
Tabel 4.3	Perbandingan hasil pengamatan Mud cake Vs Lumpur Standar.....	25
Tabel 4.4	Perbandingan Hasil Pengamatan Viscosity Vs Lumpur Standar	25
Tabel 4.5	Perbandingan hasil Pengamatan Plastic Viscosity Vs Lumpur Standar	27
Tabel 4.6	Perbandingan hasil Pengamatan Gel Strength Vs Lumpur Standar...	28
Tabel 4.7	Analisis Regresi dan Korelasi antara Parameter Uji Terhadap Massa...	28

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN I	PERHITUNGAN LUMPUR
LAMPIRAN II	TABEL HASIL PENGAMATAN
LAMPIRAN III	HASIL ANALISIS SEM EDS
LAMPIRAN IV	GAMBAR MUD CAKE



DAFTAR SINGKATAN

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

DAFTAR SIMBOL

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

ANALISIS ADDITIVE PATI JAGUNG TERHADAP FILTRATION LOSS DAN RHEOLOGY LUMPUR PEMBORAN

DEDI SUFIANDI
143210254

ABSTRAK

Salah satu masalah yang terjadi dan sangat dihindari pada saat operasi pemboran migas adalah *filtration loss*. *Additive* yang biasa dan sering digunakan untuk menanggulangi *filtration loss* saat ini adalah *Carboxymethyl Cellulose* (CMC) industri dimana CMC industri harganya relatif mahal sehingga perlu dilakukan penelitian menggunakan bahan alternatif atau bahan alami agar lebih ekonomis. Bahan alternatif yang digunakan pada penelitian ini adalah pati jagung karena pati mengandung polimer dan pati kepada pemboran berfungsi untuk *fluid loss control* dan *viscosifier*. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh pati jagung terhadap *filtration loss* dan rheologi lumpur pemboran dengan cara menentukan volume *filtrate*, tebal *mud cake*, *viscosity*, *plastic viscosity*, *gel strength*.

Pati jagung dibuat dengan cara menghaluskan dan menyaring jagung dengan kain kasa, setelah itu dijemur hingga kering dan lakukan *sieve analysis* dengan ukuran 200 mesh. Kemudian pati jagung dengan komposisi 2, 4, 6, 8 dan 10 gram dicampur dengan lumpur standar. Pengujian *filtration loss* dilakukan dengan menggunakan alat LPLT (*Low Pressure Low Temperature*). Pengujian *rheology* seperti *viscosity* menggunakan alat *marsh funnel* sedangkan *plastic viscosity* dan *gel strength* menggunakan alat *Fann VG Meter*

Hasil penelitian menunjukkan bahwa *filtration loss* yang didapat sebesar 14,7 – 12,7 ml, ketebalan *mud cake* 1,5 – 1,1 mm, *viscosity* sebesar 42,38 – 60,02 cp, *plastic viscosity* sebesar 4 – 11 cp, *gel strength* sebesar 0,2 – 0,54 (lb/100 ft²). Penambahan massa yang akan mengurangi *filtration loss* dan *mud cake* dan sebaliknya dengan penambahan massa menyebabkan naiknya nilai dari *viscosity*, *plastic viscosity* dan *gel strength*.

Kata kunci : Pati jagung, *Carboxy Methyl Cellulose* (CMC), *Filtration Loss*, *Rheology*

THE EFFECT OF CORN STRACH ADDITIVE ON FILTRATION LOSS AND RHEOLOGY OF DRILLING MUD

DEDI SUFIANDI
143210254

ABSTRACT

One of the problems that is very avoided when oil and gas drilling operations are filtration loss. The usual and often used additive to overcome filtration loss is the Carboxymethyl Cellulose (CMC) industry where the CMC industry is relatively expensive, so research needs to be done using alternative materials or natural ingredients to make it more economical. The alternative material used in this study was corn starch because starch contained polymers and starch in mud drilling functioned for fluid loss control and viscosifier. This study was conducted to determine the effect of starch starch on filtration loss and rheological drilling mud by determining the filtrate volume, mud cake thickness, viscosity, plastic viscosity, gel strength.

Corn starch is made by smoothing and filtering corn with gauze, after that it is dried in the sun to dry and do sieve analysis with a size of 200 mesh. Then corn starch with a composition of 2, 4, 6, 8 and 10 grams mixed with standard mud. Filtration loss testing is done using an LPLT (Low Pressure Low Temperature). Rheological tests such as viscosity use marsh funnel devices while plastic viscosity and gel strength use the Fann VG Meter tool.

The results showed that the filtration loss obtained was 14.7 - 12.7 ml, mud cake thickness 1.5 - 1.1 mm, viscosity of 42.38 - 60.02 cp, plastic viscosity of 4 - 11 cp, gel strength of 0.2 - 0.54 (lb / 100 ft²). Mass addition which will reduce filtration loss and mud cake and vice versa with the addition of mass causes increased values of viscosity, plastic viscosity and gel strength.

Keywords : *Corn Strach, Carboxy Methyl Cellulose (CMC), Filtration Loss, Rheology*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Pada pemboran suatu sumur, tujuan utama yang paling penting adalah mencapai zona *reservoir* dengan aman, cepat, dan ekonomis. Salah satu komponen yang penting dalam proses pemboran adalah *drilling fluid* (fluida pemboran) atau disebut *drilling mud* (lumpur pemboran). Desain lumpur pemboran perlu direncanakan secara tepat untuk menghindari masalah selama proses pemboran berlangsung.

Salah satu masalah yang terus terjadi pada saat operasi pemboran adalah *filtration loss*, dimana air yang terkandung dalam lumpur pemboran masuk ke dalam formasi. *Additive* yang saat ini digunakan pada industri perminyakan untuk menanggulangi *filtration loss* adalah *carboxymethyl cellulose* (CMC). Lumpur yang menggunakan bahan dasar campuran *additive* berupa CMC berguna untuk mengikat air dan meningkatkan kekentalan. *Additive* ini merupakan jenis kimia yang cukup mahal, oleh karena itu perlu dilakukan penelitian untuk mendapatkan *additive* baru yang ekonomis dan dapat menanggulangi *filtration loss*. Dalam tugas akhir ini peneliti memanfaatkan bahan alami yang memiliki harga cukup rendah yaitu pati (Zoveidavianpoor & Samsuri, 2016). Pati dilumpur pemboran berfungsi untuk *fluid loss control* dan *viscosifier* (Talukdar, Kalita, Pandey, Dutta, & Singh, 2018).

Jagung merupakan salah satu tanaman yang mengandung pati. Dalam beberapa tahun terakhir produksi jagung meningkat 5,21% per tahun (Panikkai Sumarni, Nurmalina Rita, Mulatsih Sri, 2017). Pada tahun 2016 produksi jagung meningkat 23,58 juta ton (Pusdatin, 2016). Dan pada tahun 2017 Produksi jagung meningkat 25,85 juta ton meningkat hingga 26,69 juta ton (Panikkai Sumarni, Nurmalina Rita, Mulatsih Sri, 2017). Pati yang terdapat pada jagung dan cadangan jagung Indonesia yang banyak menjadi alasan dilakukannya penelitian ini. Untuk mengetahui kemampuan Pati Jagung sebagai media alternatif dalam mengurangi

filtration loss dilakukan penelitian dan pengujian laboratorium. Penelitian ini meliputi sifat fisik lumpur pemboran seperti *viscositas*, *gel strenght*, *plastic viscosity*, dan *filtration loss*, *mud cake*. Pengaruh penambahan *additive* pati jagung terhadap lumpur pemboran akan menjadi penelitian awal untuk mengetahui kemampuan pati jagung dalam menggantikan CMC industry dalam mengatasi *filtration loss*.

1.2 TUJUAN PENELITIAN

Adapun tujuan penelitian ini adalah:

1. Menentukan pengaruh *additive* pati jagung terhadap *filtration loss* lumpur pemboran.
2. Menentukan nilai *Rheology* lumpur pemboran dengan penambahan *additive* pati jagung.
3. Menganalisis hasil uji laboratorium dengan menggunakan *software* minitab

1.3 BATASAN MASALAH

Adapun batasan masalah Penelitian Tugas Akhir ini adalah:

1. Pembahasan hanya difokuskan pada pemanfaatan *additive* Pati Jagung untuk mengetahui pengaruhnya terhadap *filtration loss* dan *rheology* lumpur pemboran
2. Software yang digunakan untuk analisis regresi dan korelasi adalah *software* minitab
3. Jagung yang digunakan pada penelitian ini adalah jenis jagung manis (*sweet corn*) - *Zea mays saccharata*
4. Komposisi pati jagung yang digunakan pada penelitian ini adalah 2, 4, 6, 8 dan 10

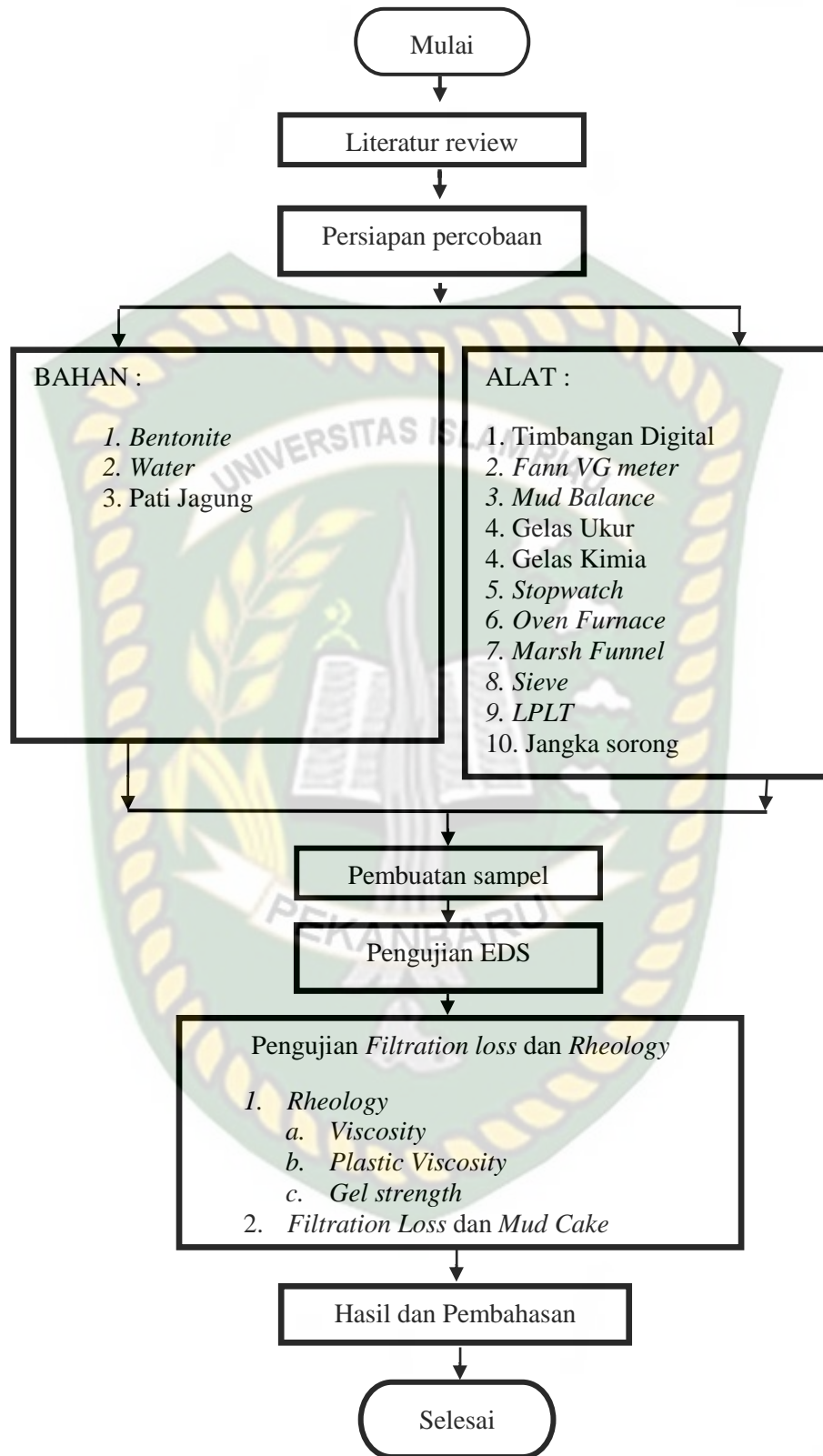
1.4 METODE PENELITIAN

Adapun metodologi dalam penelitian Tugas Akhir ini sebagai berikut :

1. Lokasi : Laboratorium Teknik Perminyakan Universitas Islam Riau
2. Metode penelitian : *Experiment Research*

3. Teknik pengumpulan data : Data *primer*, yaitu mendapatkan data secara langsung dari penelitian yang dilakukan, buku pegangan pelajaran Teknik Perminyakan, paper dan diskusi dengan dosen pembimbing





Gambar 1.1 Diagram Alir Penelitian

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian yang bertujuan untuk eksplorasi sumber daya alam. Sebagaimana firman Allah Q.S: AL-A'LA [87 : 4-5] yang berbunyi:

وَالَّذِي أَخْرَجَ الْمَرْعَىٰ

[87 : 4] Dan yang menumbuhkan rumput-rumputan

فَجَعَلَهُ غُثَاءً أَحْوَىٰ

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

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

2.1 PENELITIAN TERDAHULU

Pati jagung dianggap memiliki potensi tinggi sebagai *additive* untuk sumur yang memiliki temperatur yang rendah karena biodegradabilitas tinggi (Amanullah & Yu, 2019). Pati jagung juga digunakan sebagai *additive* pengontrol kehilangan cairan dilumpur pemboran dengan temperatur yang berbeda yaitu antara 170 hingga 200 °F (Ghazali, Adeib, Noorsuhana, Mohd, & Alias, 2015). Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi yang lebih tinggi dari pati jagung menghasilkan *filtration loss* yang lebih baik.

Pada penelitian yang lain lebih fokus terhadap efektivitas pati pisang dan pati jagung sebagai *rheology* dan agen kontrol kehilangan cairan dengan temperatur 250 °F (Talukdar et al., 2018). Pati Pisang dan Pati Jagung bekerja sangat baik sebagai agen kontrol hilangnya cairan di NDDF yang juga memiliki

pengaruh terhadap *rheology* lumpur pemboran. Selain sebagai kontrol kehilangan cairan, pati pisang juga mempengaruhi sifat *rheology* NDDF seperti mengurangi *plastic viscosity* dan meningkatkan nilai *gel strength* dan *yield point*. Sementara pati jagung menurunkan kehilangan cairan dan meningkatkan sifat *rheology* NDDF seperti *plastic viscosity* dan *gel strength*.

Selain pati pisang dan pati jagung terdapat penelitian lain dengan menggunakan pati kentang yang berfokus pada kesesuaian antara pati kentang olahan lokal sebagai *viscosifier* dan agen hilangnya cairan lumpur pemboran (Wami, Pius, Chukwuma, & Nmegbu, 2015). Hasil penelitian menunjukkan bahwa sifat *rheology* (*Plastic Viscosity* dan *yield point*) dari lumpur dengan penambahan tepung kentang meningkat. *Plastic viscosity* juga meningkat sebesar 13,6% pada konsentrasi pati kentang sebesar 50%. Kombinasi PAC dan tepung kentang pada rasio 1: 1 ke 0,5: 1,5 memberikan kehilangan cairan dari 7,1-7,7 ml yang mendekati nilai kehilangan cairan lumpur standar yaitu sebesar 6,8ml.

2.2 *FILTRATION LOSS DAN MUD CAKE*

Saat lumpur pemboran berhubungan dengan batuan berpori, batuan tersebut berperan sebagai sebuah saringan yang memungkinkan fluida dan padatan-padatan kecil untuk melaluinya. Fluida yang hilang ke dalam batuan tersebut disebut *filtrate* sedangkan lapisan padatan-padatan yang bertumpuk di permukaan batuan disebut *mud cake*.

Apabila *filtration loss* dan pembentukan *mud cake* tidak dikontrol maka ia akan menimbulkan berbagai masalah, baik selama operasi pemboran maupun dalam evaluasi formasi dan tahap produksi. *Mud cake* yang tipis akan merupakan bantalan yang baik antara pipa pemboran dan permukaan lubang bor. *Mud cake* yang tebal akan menjepit pipa pemboran sehingga sulit diangkat dan diputar sedangkan *filtrate* yang masuk ke formasi dapat menimbulkan *damage* pada formasi (Rubiandini, 2010). Dalam percobaan ini akan dilakukan pengukuran volume *filtration loss* dan tebal *mud cake* untuk *static filtration*. Standar prosedur yang digunakan adalah LPLT (*Low Pressure Low Temperature*). Lumpur ditempatkan dalam silinder standar yang bagian dasarnya dilengkapi kertas saring

dan diberi tekanan sebesar 100 *psi* dengan lama waktu pengukuran 30 menit. *Volume Filtrate* ditampung dengan Gelas Ukur dengan *Cubic Centimeter (cc)*.

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

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

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

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

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

2.3 RHEOLOGY LUMPUR PEMBORAN

Rheology (perilaku) fluida pemboran adalah suatu kondisi yang dialami oleh fluida pemboran selama proses aliran fluida berlangsung. *Rheology* lumpur pemboran meliputi sifat aliran dan jenis fluida pemboran (Novrianti, Mursyidah, 2017). *Fluid loss* pada waktu t_2 Pengukuran sifat-sifat *rheology* fluida pemboran penting mengingat efektivitas pengangkatan *cutting* merupakan fungsi langsung dari *viscosity*. Berikut ini adalah beberapa istilah yang selalu diperhatikan dalam penentuan *rheology* suatu lumpur pemboran.

2.3.1 Viscosity (μ)

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

2.3.2 Plastic Viscosity (μ_p)

Plasctic viscosity merupakan tahanan terhadap aliran yang disebabkan oleh gesekan antara sesama benda padat di dalam lubang bor dan merupakan salah satu parameter kenaikan *solid* yang ada dalam lumpur. Untuk menentukan *plastic viscosity* (μ_p) digunakan persamaan *Bingham plastic* berikut :

$$(\mu_p) = \frac{\tau_{600} - \tau_{300}}{\gamma_{600} - \gamma_{300}} \dots\dots\dots (3)$$

Dengan memasukkan persamaan persamaan (3) didapat :

$$(\mu_p) = C_{600} - C_{300} \dots\dots\dots (4)$$

2.3.3 Yield Point (Y_p)

Yield point merupakan ukuran gaya tarik menarik yang dinamik. *Yield point* merupakan tahanan terhadap aliran yang disebabkan oleh gaya elektrokimia antara padatan – padatan, cairan – cairan dan padatan – cairan. Untuk menentukan *yield point* (Y_p) digunakan persamaan *Bingham plastic* berikut :

$$(Y_p) = C_{300} - \mu_p \dots\dots\dots (5)$$

2.3.4 Gel Strength (GS)

Fungsi *gel strength* dalam lumpur pemboran adalah menahan *cutting* dan pasir dalam suspensi sewaktu sirkulasi lumpur dihentikan (Fitrianti, 2017). *Gel strength* merupakan ukuran gaya tarik- menarik yang statik. *Gel strength* adalah dimana benda cair menjadi lebih kental bila dalam keadaan diam, dan makin lama akan bertambah kental.

Penentuan Harga *Gel Strength* :

Harga *gel strength* dalam 100 lb/ft² diperoleh secara langsung dari pengukuran dengan alat *Fann VG Meter*. Simpangan skala penunjuk akibat digerakkannya rotor pada kecepatan 3 RPM, langsung menunjukkan harga *gel strength* 10 detik atau 10 menit dalam 100 lb/ft². Dengan persamaan sebagai berikut:

$$GS = \frac{\text{Simpangan Maksimum 10 detik}}{\text{Simpangan maksimum 10 menit}} \dots\dots\dots (6)$$

2.4 PATI JAGUNG

Dalam beberapa tahun terakhir produksi jagung meningkat 5,21% (Panikkai Sumarni, Nurmalina Rita, Mulatsih Sri, 2017). Pada tahun 2016 produksi jagung meningkat 23,58 juta ton (Pusdatin, 2016). Dan pada tahun 2017 produksi jagung 25,85 juta ton meningkat hingga 26,69 juta ton (Panikkai Sumarni, Nurmalina Rita, Mulatsih Sri, 2017).

Jagung (*zea mays*) adalah Jagung adalah salah satu tanaman pangan penghasil karbohidrat yang penting di dunia, selain gandum dan padi (Hanum, 2008)&(Pusdatin, 2015). Sebagaimana sebagian penduduk Indonesia kini jagung sudah menjadi komponen penting sebagai sumber minyak pangan dan tepung meizena. Tanaman jagung merupakan salah satu jenis tanaman pangan biji-bijian dari keluarga rumput-rumputan (Ilato & Bahua, 2013). Jenis jagung yang digunakan pada penelitian ini adalah jenis jagung manis (*sweet corn*) – *Zea mays* saccharata yang terdapat di Jalan Kertama Pekanbaru Riau.



Gambar 2.1 Biji Jagung

Pati berasal dari biji jagung, biji jagung dipisah dari kulit ari dan diambil bagian dalamnya kemudian diolah dan dijadikan tepung sebagai untuk *additive* dalam lumpur pemboran. Hal ini dapat menjadi inovasi lumpur yang terbaru, menjadi alternatif pilihan yang ekonomis dan mudah didapatkan (Ghazali, Adeib, et al., 2015).

Tabel 2.1 Komposisi pada bagian biji jagung berdasarkan bobot kering

Komponen	Biji utuh	Endosperma	Lembaga	Kulit ari	Tip cap
Pati (%)	71,3	87,6	8,3	7,3	5,3

Sumber : (Suarni, 2009)

Polimer alami adalah polimer yang dihasilkan dari monomer *organic* seperti pati, karet, selulosa dan lignin (Coniwanti, Laila, & Alfira, 2014). Pati merupakan homopolimer glukosa, polimer ini mempunyai ikatan α -glikosidik, yang banyak terdapat di tumbuhan terutama pada biji bibijian dan umbi-umbian, dan sifatnya juga berbeda-beda tergantung dari panjang rantai atom karbonnya, serta lurus atau bercabang (Bambang Admadi Harsojuwono, 2015).

Pati dilumpurkan berfungsi untuk *fluid loss control* dan *viscosifier* (Talukdar et al., 2018). Pati adalah karbohidrat yang berasal dari umbi-umbian, jagung, gandum, beras, kentang. Menurut (Steve w. Cui, 2005) kandungan pati dalam bahan pangan jagung sebesar 57 %.

2.5 ANALISIS REGRESI DAN KORELASI MENGGUNAKAN MINITAB

Statistika adalah ilmu yang mempelajari bagaimana merencanakan, mengumpulkan, menganalisis dan mempresentasikan data. Statistika dibagi menjadi dua, yaitu statistika deskriptif dan statistika inferensial. Untuk saat ini yang akan dibahas di penelitian ini tentang ilmu statistik inferensial. Statistika inferensial merupakan statistik yang berkenaan dengan cara penarikan kesimpulan berdasarkan data yang diperoleh dari sampel untuk menggambarkan karakteristik atau ciri dari suatu populasi. Dengan demikian dalam statistik inferensial dilakukan suatu generalisasi dan hal yang bersifat khusus (kecil) ke hal yang lebih luas (umum). Oleh karena itu, statistik inferensial disebut juga statistik induktif atau statistik penarikan kesimpulan. Dalam statistik, untuk menentukan hubungan sebab-akibat antara satu variabel dengan variabel yang lain dilakukan analisis regresi. Analisis regresi adalah hubungan yang didapat dan dinyatakan dalam bentuk persamaan matematik yang menyatakan hubungan fungsional antar

variabel-variabel. Dalam Analisis regresi linier sederhana digunakan untuk mendapatkan hubungan matematis dalam bentuk suatu persamaan antara variabel tak bebas dengan variabel bebas (Pratomo & Astuti, 2014).

Analisis statistik dapat diolah dengan cara manual maupun dengan menggunakan *software* atau program komputer. Keduanya memiliki kelebihan dan kekurangan. Apabila menggunakan cara manual, dapat diketahui secara rinci tahapan proses perhitungan yang dilakukan, tetapi setiap tahapan proses harus dilakukan dengan sangat teliti agar hasilnya tepat. Sedangkan apabila menggunakan *software*, tidak dapat diketahui secara rinci tahapan proses yang dilakukan, tetapi hasil lebih akurat dan prosesnya pun lebih mudah. Oleh karena itu, untuk memudahkan pengolahan data agar menghasilkan hasil yang tepat, maka pengolahan data dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan *software* atau program komputer. Dalam penelitian ini *software* yang digunakan yaitu minitab. Minitab merupakan salah satu program aplikasi statistika yang banyak digunakan untuk mempermudah pengolahan data statistik. Minitab menyediakan program-program untuk mengolah data statistik secara lengkap, seperti analisis regresi, ANOVA, pengendalian kualitas statistika, peramalan dengan analisis *time series*, dan lain sebagainya. Minitab juga telah diakui sebagai program statistika yang sangat kuat dengan tingkat akurasi taksiran statistik yang tinggi. Hal tersebut membuat penulis memilih menggunakan *software* minitab untuk membantu mengolah data dalam penelitian ini (Wahyuni, Agoestanto, & Pujiastuti, 2018).

Program pengolahan data statistik dengan minitab diantaranya yaitu analisis regresi linear yaitu salah satu analisis yang paling populer dan luas pemakaiannya. Analisis ini digunakan untuk memahami variabel bebas dan variabel terikat yaitu untuk mengetahui bentuk-bentuk hubungan tersebut. Regresi linear memiliki model persamaan yang menunjukkan besar pengaruh X terhadap Y. Jika data hasil observasi terhadap sampel acak berukuran n telah tersedia, maka untuk mendapatkan persamaan regresi $Y = a + bX$, dengan perhitungan nilai a dan b menggunakan metode kuadrat kekeliruan terkecil (*least square error method*) (Subekti, 2016).

2.6 PENGUJIAN EDS

Energy Dispersive X-ray Spectroscopy (EDX atau EDS atau EDAX) adalah salah satu teknik yang bertujuan untuk mengidentifikasi persentase kandungan senyawa dalam *sample*. Hasil dari EDAX diperoleh dari pancaran sinar-X yang akan dideteksi oleh *Energy Dispersive Spectrometer* (EDS) dan akan menghasilkan grafik yang mewakili kandungan unsur (Natalia, Setyowati, & Suryo, 2016).

Pengujian EDS *sample* pati jagung diuji dengan menggunakan alat EDAX merk AMETEK di Laboratorium Sentral FMIPA-ITB Institut Teknologi Bandung pada tanggal 11 Desember 2018. Hasil pengujian EDS pati jagung yaitu sebagai berikut.

Tabel 2.2 Hasil komposisi EDS Pati jagung

<i>Element</i>	<i>Persentase (%)</i>
C	77.91
O	22.08

Sumber : EDS Institut Teknologi Bandung

Pada tabel 2.2 menjelaskan pati jagung memiliki dua elemen unsur kimia yaitu C (*Carbon*) dan O (*Oxygen*). Dengan analisis EDS dihasilkan adanya komposisi unsur bahan yang dominan dalam bahan pati jagung unsur tersebut adalah *Carbon* (C) dengan persentase yang dominan (Febriantoko & Pujiastono, 2011). Carbon (C) yang tinggi mengindikasikan banyaknya kandungan polimer (Prabawati & Wijaya, 2008). Polimer alam memiliki rantai utama berupa *Carbon* (C) (Karisa Ratih Natalia, Edhiwahyuni Setyowati, 2016).

BAB III

METEDOLOGI PENELITIAN

Bab ini akan menyampaikan tentang metode penelitian di Laboratorium Teknik Perminyakan Universitas Islam Riau. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan Pati jagung terhadap *Filtration loss* dan *Rheology* lumpur pemboran. Metode penelitian meliputi waktu dan tempat penelitian, bahan dan peralatan, serta prosedur penelitian.

3.1 LOKASI DAN WAKTU PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboraturium Pemboran Teknik Perminyakan Universitas Islam Riau. Penelitian ini dilaksanakan selama dua bulan, yaitu bulan Maret sampai dengan April 2018. Rincian pelaksanaan yaitu satu bulan untuk persiapan bahan dan satu bulan untuk pembuatan dan pengujian sampel.

3.2 JENIS DATA

Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini adalah data primer berupa hasil data pengujian *rheology* lumpur pada *additive* pati jagung serta ditambah dengan referensi dari buku pegangan pelajaran Teknik Perminyakan, *paper*, jurnal dan diskusi dengan dosen pembimbing.

3.3 SAMPEL PENELITIAN

Sampel dapat ditemukan diperkebunan jagung di Pekanbaru disekitar Universitas Islam Riau dengan harga yang cukup ekonomis. Proses pemilihan jagung dengan kualitas yang sangat baik.

3.4 BAHAN DAN ALAT PENELITI

3.4.1 Bahan

1. Air
2. Bentonite
3. Pati Jagung

3.4.2 Alat Penelitian

Berikut adalah gambar beserta fungsi alat yang digunakan pada penelitian ini.

1. Timbangan Digital

Timbangan Digital adalah alat untuk mengukur atau menimbang banyaknya bahan dasar pembuatan lumpur dan *additive* yang akan digunakan. Gambar Timbangan Digital dapat dilihat pada gambar 3.1



Gambar 3.1 Timbangan digital (Laboratorium Teknik Perminyakan UIR)

2. Gelas ukur

Gelas Ukur adalah alat untuk mengukur volume air yang akan digunakan untuk mengukur volume *filtrate* dan volume air untuk bahan utama lumpur standar . Gambar Gelas Ukur dapat dilihat pada gambar 3.2

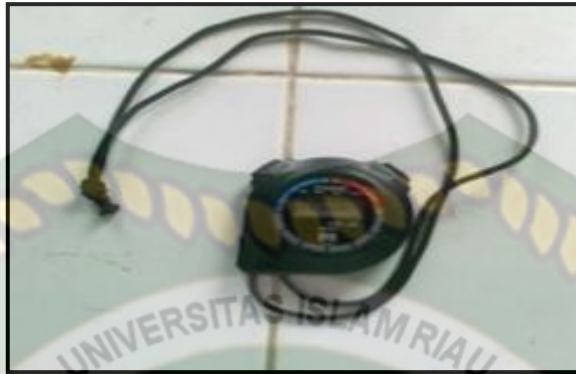


Gambar 3.2 Gelas ukur (Laboratorium Teknik Perminyakan UIR)

3. *Stopwatch*

Stopwatch adalah alat untuk mengukur waktu pengujian pada *gel strength*.

Gambar *Stopwatch* dapat dilihat pada gambar 3.3



Gambar 3.3 *Stopwatch* (Laboratorium Teknik Perminyakan UIR)

4. *Sieve*

Fungsi untuk menyaring atau memilah *sample* sehingga didapatkan kehalusan yang di inginkan. Dilihat gambar 3.4



Gambar 3.4 *Sieve* (Laboratorium Teknik Perminyakan UIR)

5. *Mud mixer*

Mud mixer adalah alat untuk mengaduk material suspensi lumpur serta semua *additive* agar tercampur merata. Gambar *Constant speed mixer* dapat dilihat pada gambar 3.5



Gambar 3.5 *Mud Mixer (Laboratorium Teknik Perminyakan UIR)*

6. *Mud balance*

Mud Balance adalah alat yang digunakan untuk mengukur densitas lumpur, yaitu semacam alat penimbang berskala. Gambar *mud balance* dapat dilihat pada gambar 3.6



Gambar 3.6 *Mud balance (Laboratorium Teknik Perminyakan UIR)*

7. *Fann VG Meter*

Fann VG meter digunakan untuk mengukur *Plastic Viscosity (PV)*, *Yield Point (YP)* dan *Gel Strength*. *Fann VG meter* yang digunakan adalah model *35 SA viscometer part No.30165 S/N BS 260, 50 Hertz, NL Baroid/NL Industries, USA*. RPM yang dipakai yaitu 600, 300, 200, 100, 6 dan 3 RPM. Gambar *Fann VG Meter* dapat dilihat pada gambar 3.7



Gambar 3.7 Fann VG Meter (*Laboratorium Teknik Perminyakan UIR*)

8. LPLT (*Low Pressure Low Temperature*)

LPLT adalah alat untuk mengetahui jumlah banyak filtrat yang keluar dari lumpur dan mengetahui tebal *Mud Cake*. Pengukuran dilakukan pada 2, 5, 10, 15, 20, 25 dan 30 menit, dalam temperatur ruang dengan tekanan 100 psi.



Gambar 3.8 LPLT (*Laboratorium Teknik Perminyakan UIR*)

9. *Filter Paper*

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



Gambar 3.9 Filter Paper (*Laboratorium Teknik Perminyakan UIR*)

10. *Cup & Marsh funnel*

Cup & Marsh Funnel adalah alat untuk menghitung viskositas pada lumpur. Gambar *Cup & Marsh Funnel* dapat dilihat pada gambar 3.10



Gambar 3.10 *Cup & Marsh Funnel* (*Laboratorium Teknik Perminyakan UIR*)

11. Jangka Sorong

Jangka sorong di gunakan untuk mengukur ketebalan *mud cake* yang di hasilkan oleh *filtrat* lumpur setelah dilakukan pengukuran dengan standard *filter press* selama 10 menit, dengan tekanan 100 psi. Gambar jangka sorong dapat dilihat pada gambar 3.11



Gambar 3.11 Jangka sorong (*Laboratorium Teknik Perminyakan*)

3.5 PROSEDUR PENELITIAN

3.5.1 Prosedur Pembuatan Pati Jagung

Presedur pembuatan pati jagung bersumber dari penelitian (Coniwanti et al., 2014) sebagai berikut :

1. Pilih jagung yang yang sudah tua
2. Pisahkan tongkol jagung dari bijinya dan pisahkan kulit biji jagung dengan

menggunakan pisau kemudian dicuci hingga bersih.

3. Setelah dibersihkan lalu dijemur dengan menggunakan sinar matahari sehingga terlihat kering.
4. Kemudian biji jagung dihaluskan dengan menggunakan *blender* dengan perbandingan 1 kg jagung dan 500 ml air.
5. Biji jagung yang telah dihaluskan disaring menggunakan kain kasa sampai diperoleh ampas dan filtrat.
6. Diekstraksi kembali ampas yang diperoleh dari proses penyaringan dengan penambahan air (750 gr ampas : 300 ml air).
7. Filtrat pati dari biji jagung yang diperoleh dari dua kali penyaringan dimasukkan di dalam wadah plastik.
8. Endapkan filtrat hasil saringan selama 24 jam untuk mengendapkan pati, setelah 24 jam terbentuk dua lapisan yang didapat yaitu endapan pati dan air hasil pengendapan.
9. Air hasil endapan dibuang hingga mendapatkan endapan pati basah. Lalu endapan pati dicuci dengan air sehingga air cucian jernih dan diendapkan lagi sehingga diperoleh pati bersih.
10. Kemudian pati dikeringkan dengan penjemuran menggunakan sinar matahari selama dua hari sehingga pati benar-benar kering lalu dihaluskan dengan menggunakan mortal sampai pati terlihat sangat halus.
11. Pati yang sudah dihaluskan disaring kembali dengan menggunakan *sieve analysis* dengan ukuran 200 *mesh* (Novrianti, Mursyidah, & Utama, T. P, 2016).



Gambar 3.12 Pati Jagung

3.5.2 Prosedur Pembuatan Lumpur

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

1. Mempersiapkan *Mud Mixer* dan *Cup Mixer*.
2. Menimbang *bentonite* sebesar 22,5 dan air sebanyak 350 ml.
3. Menambah pati jagung dengan massa yang sudah ditentukan 2,4,6,8 dan 10 gram menurut (Ghazali, Alias, Mohd, S.I. & M.Y., 2015).
4. *Mix bentonite* dan air selama 20 menit. Diamkan lumpur yang sudah dibuat selama 16 jam dalam keadaan wadah tertutup pada suhu ruangan.
5. Setelah 16 jam, aduk lumpur dan masukkan kedalam *Mud mixer*. Lalu, *mix* selama 5 menit.



Gambar 3.13 Lumpur

3.5.3 Prosedur Pengujian *Rheology*

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

1. Membuat Lumpur Standar

Prosedur pembuatan lumpur sama dengan prosedur pembuatan lumpur pada percobaan sebelumnya.

2. Cara Kerja Dengan *Marsh Funnel*

- a. Menutup bagian bawah *marsh funnel* dengan jari tangan, menuangkan lumpur bor melalui saringan sampai menyinggung bagian bawah saringan (1.5 liter).
- b. Setelah menyediakan bejana yang telah tertentu isinya pengukuran dimulai dengan membuka jari tadi sehingga lumpur mengalir dan menampung dalam bejana tadi.
- c. Mencatat waktu yang diperlukan (detik) lumpur untuk mengisi bejana yang tertentu isinya tadi.

3. Mengukur *Shear Stress* Dengan Menggunakan *Fann VG Meter*

- a. Mengisi bejana dengan lumpur sampai batas yang ditentukan.
- b. Meletakkan bejana pada tempatnya, mengatur kedudukan sehingga *rotor* dan *bob* tercelup didalam lumpur.
- c. Menggerakkan *rotor* diposisi *high* dengan kecepatan putar *rotor* pada kedudukan 600 RPM. Lalu pemutaran terus dilakukan sehingga skala (*dial*) mencapai keseimbangan. Dan ulangi langkah di atas dengan *rotor* posisi *Low*. Catat nilai yang ditunjukkan oleh skala.
- d. Lakukan kembali untuk kecepatan 300, 200, 100, 6, dan 3 RPM dengan cara yang sama seperti di atas dengan mengganti kedudukannya.

4. Mengukur *Gel Strength* Dengan Menggunakan *Fann VG Meter*

- a. Setelah selesai pengukuran *shear stress*, aduk kembali lumpur dengan *Fann VG* pada kecepatan 600 RPM selama 10 detik.
- b. Matikan *Fann VG*, kemudian diamkan lumpur di dalam bejana selama 10 detik.

- c. Setelah 10 detik menggerakkan *rotor* pada kecepatan 3 RPM. Dan dibaca hasil dari persimpangan maksimum pada skala.
- d. Ulangi langkah di atas untuk mencari nilai persimpangan 10 menit langi langkah kerja di atas untuk *gel strength* 10 menit (untuk *gel strength* 10 menit, lama pendiaman lumpur 10 menit).

3.5.4 Prosedur Pengujian *Filtration Loss*

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

1. Menyiapkan alat *filter press* dan segera memasang *filter paper* serapat mungkin dan meletakkan gelas ukur di bawah silinder untuk menampung *fluid filtrate*.
2. Menuangkan campuran lumpur ke dalam silinder sampai batas 1 inch di bawah permukaan silinder, ukur dengan jangka sorong, dan segera tutup rapat.
3. Kemudian alirkan udara dengan tekanan 100 psi.
4. Mencatat volume *filtrate* 7,30 menit pertama dan 22,30 menit kedua dengan menggunakan *stopwatch*. Dan hasil *filtration loss* yang diambil yaitu setelah 7,30 menit pertama.
5. Menghentikan penekanan udara, membuang tekanan udara melalui silinder (*bleed off*) dan menuangkan kembali sisa lumpur dalam silinder ke dalam *mixer cup*.
6. Menentukan tebal *mud cake* dengan menggunakan jangka sorong.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan berdasarkan percobaan di laboratorium untuk mengetahui *filtration loss* dan *rheology* lumpur pemboran dalam penambahan *Additive* pati jagung.

4.1 FILTRATION LOSS DAN MUD CAKE

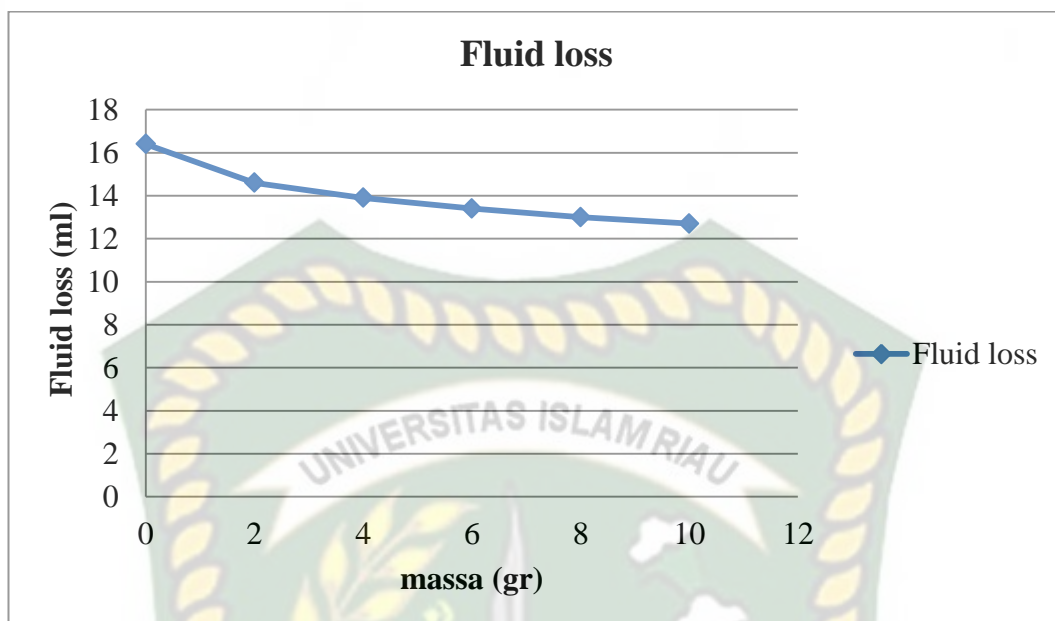
Pada saat operasi pemboran *filtration loss* dan pembentukan *mud cake* perlu dikontrol. Apabila tidak dikontrol maka akan menimbulkan berbagai masalah, baik selama operasi pemboran maupun evaluasi formasi dan tahap produksi. Pembentukan *mud cake* ini akan menyebabkan tertahannya aliran fluida masuk ke formasi. Adanya aliran yang masuk yaitu cairan plus padatan menyebabkan padatan tertinggal/tersaring. Cairan yang masuk ke formasi disebut filtrat (rubiandini, 2010).

Lumpur pemboran yang baik adalah lumpur pemboran yang mempunyai volume filtrat rendah dan *mud cake* yang tipis serta kuat (Arif, Buntoro, Sudarmoyo, & Rubiandini, 2001).

Di bawah ini adalah tabel hasil pengamatan beserta grafik perbandingan antara dua sampel lumpur menggunakan pati jagung dan WBM (*Water Based Mud*)

Tabel 4.1 Perbandingan Hasil Pengamatan *Filtration loss* VS Lumpur Standar

Komposisi Lumpur	Fluid Loss (ml)
Lumpur Standar (LS)	16,4
LS + 2 Gram Pati Jagung	14,6
LS + 4 Gram Pati Jagung	13,9
LS + 6 Gram Pati Jagung	13,4
LS + 8 Gram Pati Jagung	13
LS + 10 Gram Pati Jagung	12,7



Gambar 4.1 Nilai *Filtration loss* VS Lumpur Standar

Pada tabel 4.1 Pada pengujian ini menggunakan dua sampel WBM dan sampel Massa pati jagung 2 – 10 gr. Dapat dilihat dari Gambar 4.1 nilai WBM didapat hasil 16,4 sedangkan dengan penambahan *additive* pati jagung didapat hasil 14,6-12,7 ml. Semakin tinggi penambahan massa maka semakin rendah nilai *volume filtrate* didapat. Pengurangan *volume filtrate* yang diakibatkan pati jagung bersifat menyerap air di dalam lumpur pemboran (Eke, Achinewhu, & Sanni, 2010). Semakin tinggi kandungan pati jagung maka kapasitas penyerapan cairan semakin tinggi, sehingga *volume filtrate* semakin rendah (Taiwo, Joel, & Kazeem, 2011).

Berdasarkan spesifikasi (API Specification 13A, 2015) untuk standard *volume filtrate* maksimal sebesar 15 ml. Dan dapat dilihat pati jagung yang ditambahkan ke dalam lumpur pemboran mendapatkan hasil *volume filtrate* di bawah 15 ml sehingga dikategorikan memenuhi standar API. Sedangkan WBM tidak termasuk standar API karena melebihi 15 ml *filtrate*.

Tabel 4.2 *Bentonite physical Specification*

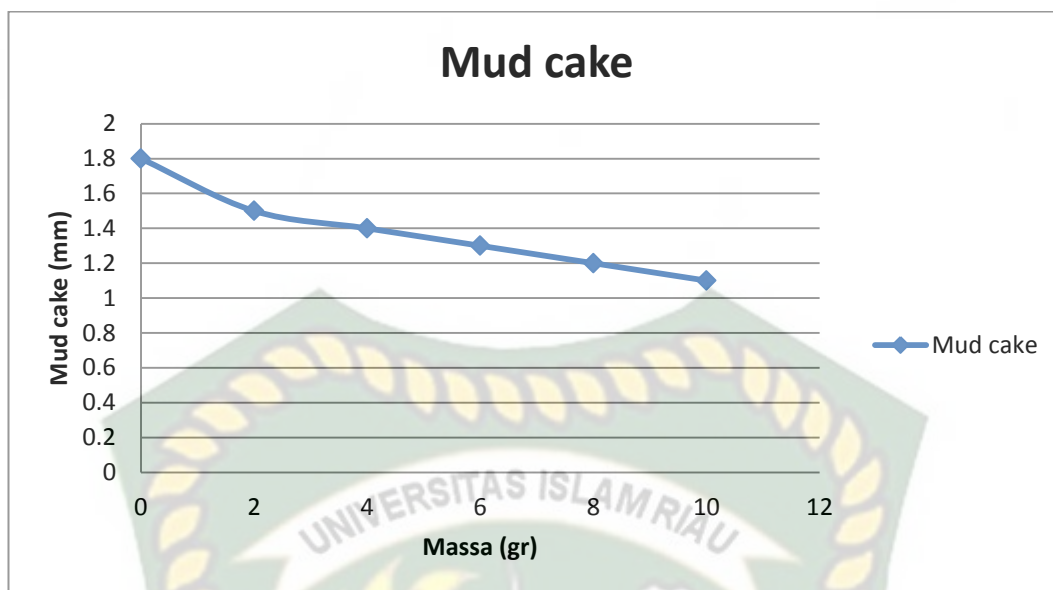
<i>Requirement</i>	<i>Standard</i>
<i>Suspension properties</i>	
<i>Filtrate volume</i>	<i>Maximum 15,0 ml</i>

Sumber : (API Specification 13A, 2015)

Dari hasil penelitian dapat dinyatakan bahwa semakin bertambahnya rentang waktu maka semakin kecil *volume filtrate* pada lumpur tersebut. Untuk *volume filtrat* pada kedua sampel lumpur pati jagung mengalami penurunan. Bertambahnya rentang waktu setiap pengujian *filtration loss*. Dapat dinyatakan bahwa *volume filtrate* tersebut tidak menimbulkan masalah seperti *filtrate* menyusup ke dalam formasi tidak akan menyebabkan kerusakan formasi. Sehingga sifat fisik *volume filtrate* pada sampel lumpur pati jagung dapat direkomendasikan sebagai lumpur yang baik untuk proses lumpur pemboran.

Tabel 4.3 Perbandingan hasil pengamatan *Mud cake* VS Lumpur Standar

Komposisi Lumpur	Mud Cake (mm)
Lumpur Standar (LS)	1,8
LS + 2 Gram Pati Jagung	1,5
LS + 4 Gram Pati Jagung	1,4
LS + 6 Gram Pati Jagung	1,3
LS + 8 Gram Pati Jagung	1,2
LS + 10 Gram Pati Jagung	1,1



Gambar 4.2 Nilai *Mud cake* VS Lumpur Standar

Dari Gambar 4.2 di atas dapat dilihat semakin bertambah massa pati jagung maka nilai *mud cake* yang didapat semakin kecil. Didapat hasil pada WBM (*Water Based Mud*) dengan nilai 1,8 sedangkan pada *range* 2-10 gr mendapatkan nilai yang menurun 1,5 – 1,1 mm. Ketebalan *mud cake* yang sesuai standar adalah *mud cake* yang tipis agar tidak terpejit pipa pemboran dan sebagai penjaga kestabilan formasi. Menurut (Ghazali, Yusof, et al., 2015) batas maksimum ketebalan *mud cake* adalah 3/8 inch atau 9,525 mm hal ini masih di dalam kategori *mud cake* yang baik. Dikarenakan endapan bentonite dalam lumpur saat filtrasi mempunyai pori-pori maka dengan adanya penambahan *additive* pori-pori tersebut menjadi tertutup sehingga *filtrate* yang keluar semakin sedikit dan berpengaruh terhadap ketebalan *mud cake* semakin menipis dengan penambahan pati jagung.

4.3 RHEOLOGY

4.3.1 Viscosity

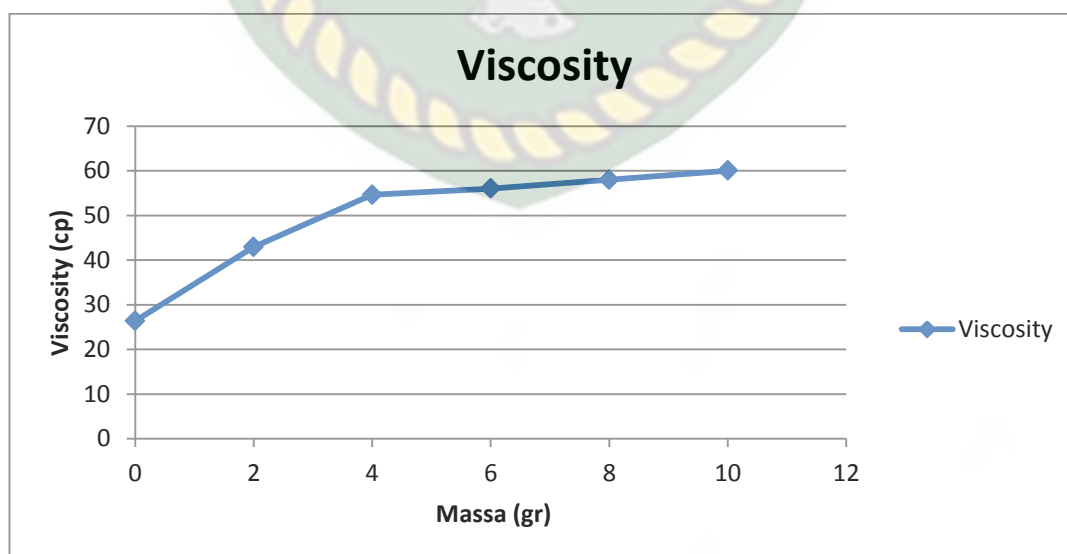
Dalam pengukuran *viscosity* yang sering dilakukan dengan menggunakan alat *marsh funnel*. *Viscosity* ini adalah perhitungan detik yang didapat pada saat lumpur mengalir keluar dari corong alat *marsh funnel*. Bertambahnya viskositas ini direfleksikan dalam bertambahnya *apparent viscosity*. Untuk fluida Non-

Newtonian (suatu fluida yang akan mengalami perubahan viskositas ketika terdapat gaya yang bekerja pada fluida tersebut), informasi yang didapatkan dengan *marsh funnel* memberikan suatu gambaran *rheology* fluida yang tidak lengkap sehingga biasa digunakan untuk membandingkan fluida yang baru (awal) dengan kondisi sekarang.

Di bawah ini adalah tabel hasil pengamatan beserta grafik perbandingan antara dua sampel lumpur menggunakan pati jagung dan WBM (*Water Based Mud*).

Tabel 4.4 Perbandingan Hasil Pengamatan *Viscosity* VS Lumpur Standar

Komposisi Lumpur	Viscosity (cp)
Lumpur Standar (LS)	26,38
LS + 2 Gram Pati Jagung	42,92
LS + 4 Gram Pati Jagung	54,6
LS + 6 Gram Pati Jagung	56,03
LS + 8 Gram Pati Jagung	58
LS + 10 Gram Pati Jagung	60,02



Gambar 4.3 Nilai *Viscosity* VS Lumpur Standar

Pada Gambar 4.3 dari grafik di atas menunjukkan nilai perbandingan WBM (*Water Based Mud*) dan pati jagung dengan massa yang berbeda. Nilai viskositas yang didapat dari viskositas WBM (*Water Based Mud*) dengan nilai 26,38 cp, sedangkan pada massa massa 2 sampai 10 gram mengalami kenaikan. Pada massa 2 gram sebesar 42,92, 4 gram 54,6, 6 gram 56,03, 8 gram 58, 10 gram 60,02.

Lumpur dengan penambahan pati jagung menunjukkan kenaikan viskositas pada setiap penambahan massa. Semakin tinggi massa yang digunakan maka viskositas yang didapat semakin tinggi. Pati mempunyai sifat *viscosifier* (Talukdar, Kalita, Pandey, Dutta, & Singh, 2018). *Viscosifier* adalah sifat pengental, sehingga sifat pati dari lumpur dapat meningkatkan sifat *Viscosity* (Harry, T.F. , Oduola, K. , Ademiluyi, F.T. , Joel, 2016). Nilai viskositas yang tinggi didapat pada lumpur dengan penambahan pati jagung dibandingkan dengan WBM.

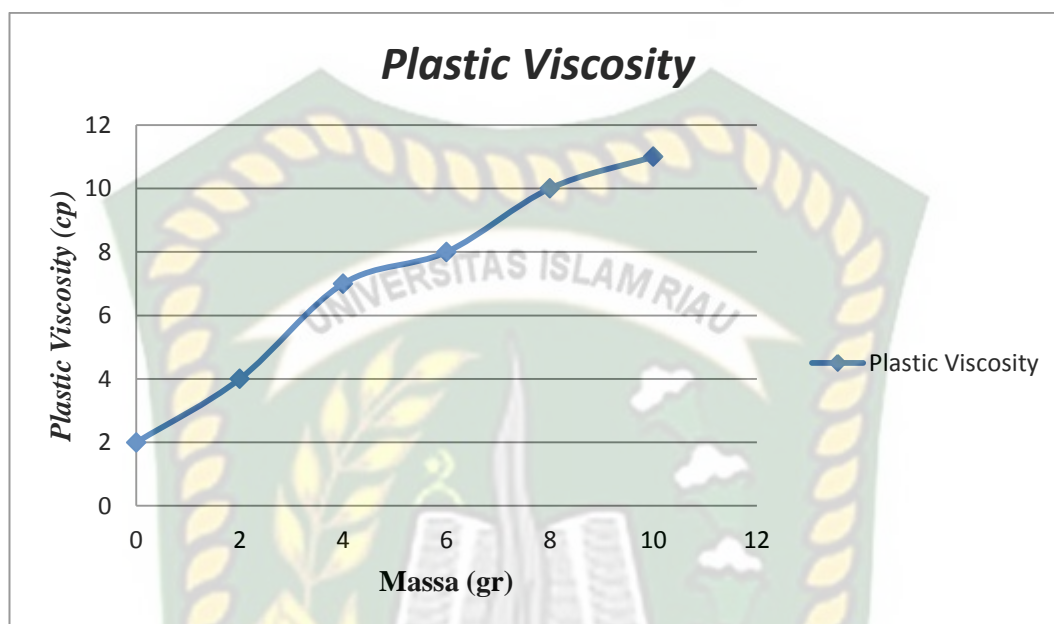
4.3.2 Plastic Viscosity

Plastic viscosity adalah suatu tahanan terhadap aliran yang disebabkan oleh adanya gerakan-gerakan antara padatan-padatan di dalam lumpur, padatan - cairan dan gesekan antara lapisan cairan. Di bawah ini adalah tabel hasil pengamatan beserta grafik perbandingan antara dua sampel lumpur menggunakan Pati jagung dan WBM (*Water Based Mud*).

Tabel 4.5 Perbandingan hasil Pengamatan *Plastic Viscosity* VS Lumpur Standar

Komposisi Lumpur	Plastic Viscosity (cp)
Lumpur Standar (LS)	2
LS + 2 Gram Pati Jagung	4
LS + 4 Gram Pati Jagung	7
LS + 6 Gram Pati Jagung	8

LS + 8 Gram Pati Jagung	10
LS + 10 Gram Pati Jagung	11



Gambar 4.4 Nilai *Plastic Viscosity* VS Lumpur Standar

Tabel 4.5 dan gambar 4.4 menunjukkan adanya kenaikan nilai *plastic viscosity* pada dua sampel WBM (*Water Based Mud*) dan lumpur dengan penambahan pati jagung. Dari hasil penelitian tersebut terlihat pada WBM didapat hasil 2 gr dan massa 2 gr – 10 gr pati jagung mendapatkan nilai yaitu sebesar 4 gr-10gr cp. mengalami kenaikan yang signifikan seiring bertambahnya massa pati jagung. Kenaikan *plastic viscosity* disebabkan oleh sifat *viscosifier* pada pati jagung (Talukdar et al., 2018).

Hasil penelitian Gambar 4.4, bahwa semakin bertambah massa pati jagung, maka semakin naik *plastic viscosity* lumpur tersebut. Namun, berkurangnya viskositas perlu diperhatikan karena apabila viskositas lumpur menjadi terlalu kecil maka pengangkatan serbuk bor akan menjadi kurang sempurna dan dapat mengakibatkan serbuk bor tertinggal di dalam lubang bor sehingga menyebabkan rangkaian pipa pemboran akan terjepit (Abdul Hamid, 2017).

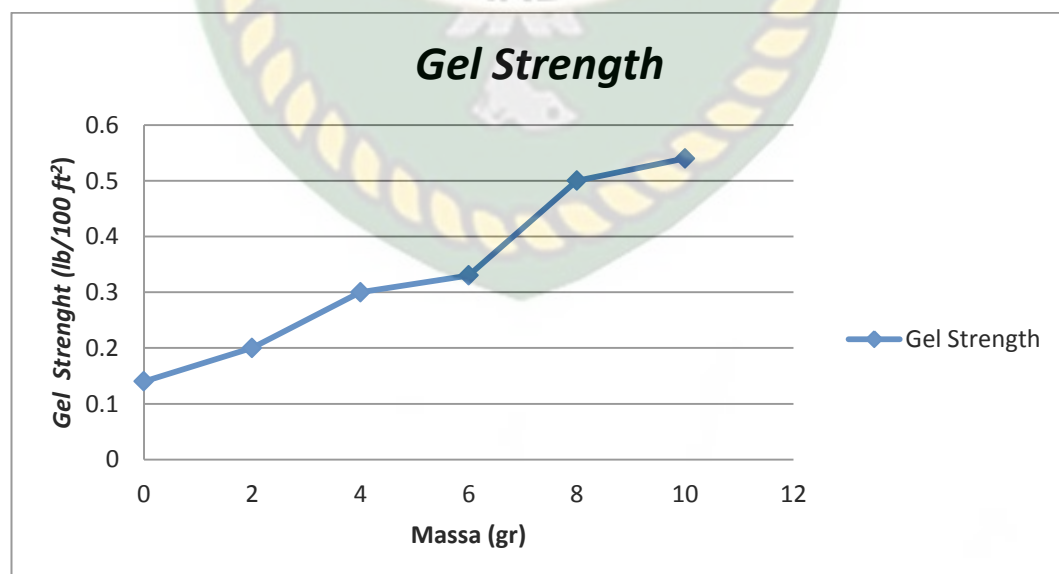
4.3.3 Gel Strength

Gel strenght adalah merupakan suatu harga yang menunjukkan kemampuan lumpur menahan padatan-padatan. *Gel strenght* menunjukkan kekentalan lumpur dalam kondisi diam pada periode waktu tertentu.

Adapun nilai *Gel strenght* dengan penambahan *additive* Pati jagung yang diperoleh dapat dilihat pada tabel dan grafik berikut

Tabel 4.6 Perbandingan hasil Pengamatan *Gel Strength* VS Lumpur Standar

Komposisi Lumpur	Gel Strength (lb/100 ft ²)
Lumpur Standar (LS)	0,14
LS + 2 Gram Pati Jagung	0,2
LS + 4 Gram Pati Jagung	0,3
LS + 6 Gram Pati Jagung	0,33
LS + 8 Gram Pati Jagung	0,5
LS + 10 Gram Pati Jagung	0,54



Gambar 4.5 Nilai *Gel Strength* VS Lumpur Standar

Pada gambar 4.5 Dari grafik di atas menunjukkan bahwa nilai *Gel strength* dapat dilihat pada sampel WBM (*Water Based Mud*) yaitu 0,14 (lb/100 ft²) dan mengalami kenaikan pada massa 2-10 gr dengan nilai 0,2-0,54 (lb/100 ft²). Setiap penambahan massa maka nilai yang didapat semakin naik karena pati bersifat *viscosifier* (Talukdar et al., 2018). Dikarenakan *viscosifier* pengental maka semakin kental lumpur maka nilai *gel strength* akan semakin tinggi, karena *gel strength* diukur dalam keadaan statis.

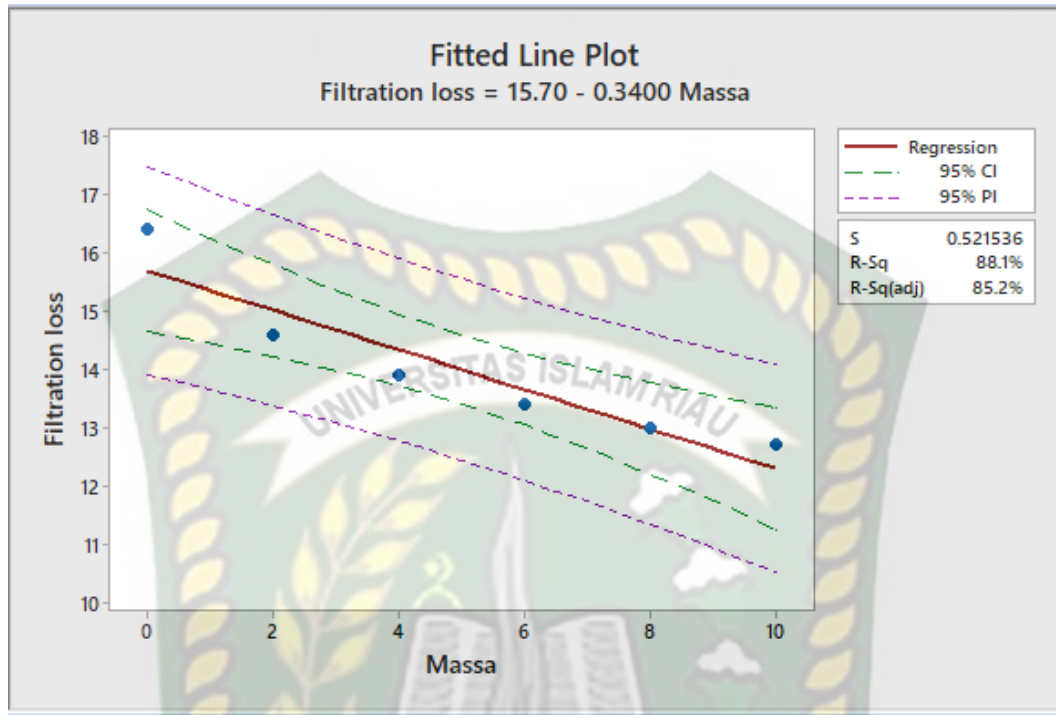
Pada waktu lumpur bersirkulasi yang berperan adalah *plastic viscosity*, Sedangkan pada waktu sirkulasi berhenti yang memegang peranan adalah *gel strength*. *Lost circulation* umumnya disebabkan oleh formasi yang *porous*, maka penanggulangannya yaitu dengan meningkatkan viskositas dan *gel strength*. Dari hasil penelitian tersebut dapat dilihat bahwa peningkatan *viscosity* fluida pemboran dapat menurunkan volume lumpur yang hilang ke formasi.

4.4 ANALISIS REGRESI DAN KORELASI ANTARA PARAMETER UJI TERHADAP MASSA

Dalam penelitian ini data yang didapat kemudian dianalisis menggunakan software minitab dengan analisis Regresi dan korelasi. Dalam penelitian ini analisis Regresi dan Korelasi dilakukan pada parameter uji yaitu *filtration loss*, *mud cake*, *viscosity*, *plastic viscosity*, dan *gel strength* terhadap pada massa pati jagung.

Massa yang akan digunakan adalah 2 gram, 4 gram, 6 gram, 8 gram, dan 10 gram. Dari massa tersebutlah dilakukan pengujian regresi dan korelasi. Berikut hasil dari Analisis Regresi dan Korelasi :

4.4.1 Filtration Loss terhadap Massa



Gambar 4.6 Fitted Line Plot Massa VS Filtration Loss

Dari gambar di atas dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi nilai massa maka semakin kecil *filtration loss* yang didapatkan. Dalam kondisi ini dapat hasil yang paling tinggi pada WBM yaitu dengan nilai 16,4 ml sedangkan nilai paling rendah pada sampel dengan penambahan massa pati jagung 10 gram dengan hasil 12,7 ml.

Regression Analysis: Filtration loss versus Massa

The regression equation is
 Filtration loss = 15.70 - 0.3400 Massa

S = 0.521536 R-Sq = 88.1% R-Sq(adj) = 85.2%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	8.092	8.092	29.75	0.005
Error	4	1.088	0.272		
Total	5	9.180			

Fitted Line: Filtration loss versus Massa

Correlation: Massa, Filtration loss

Pearson correlation of Massa and Filtration loss = -0.939
 P-Value = 0.005

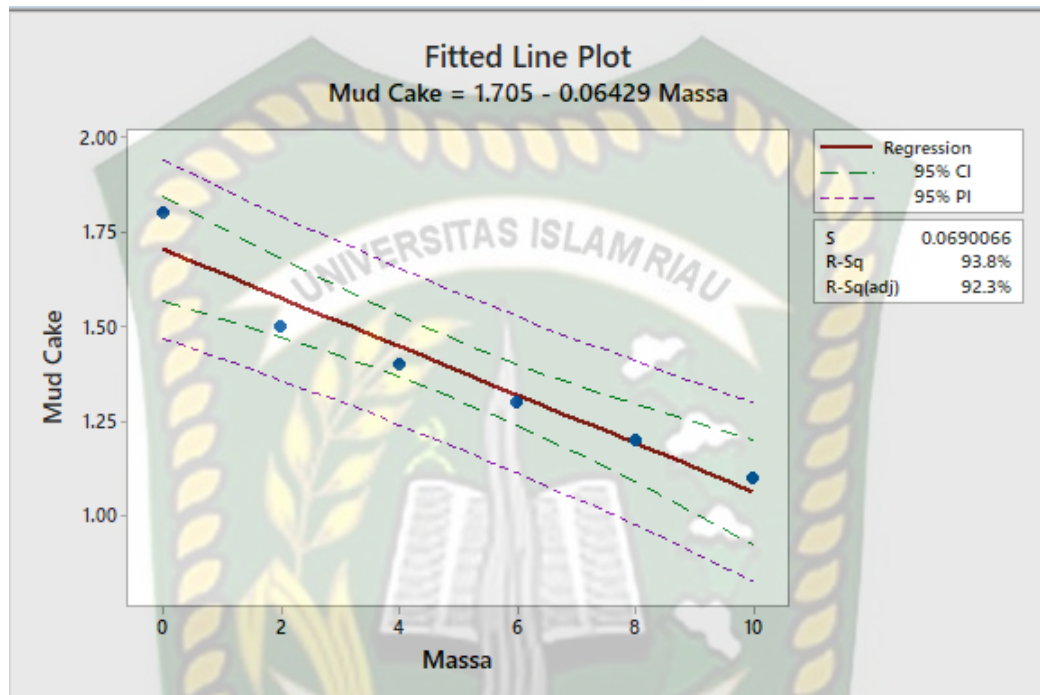
Gambar 4.7 Regression Analysis Filtration Loss VS Massa

Dilihat pada *output* di atas dalam *analysis of variant* diperoleh nilai signifikansi atau P yaitu sebesar 0,005 yang artinya lebih kecil dari pada nilai kriteria signifikan yaitu 95% atau 0,05. Dalam pendekatan nilai probabilitas (*p-value*) jika nilai probabilitas (*p-value*) lebih besar atau sama dari tingkat signifikansi (α) maka hipotesis nol diterima. Namun jika nilai probabilitas lebih kecil dibandingkan tingkat signifikansi maka hipotesis nol ditolak (Rosmaini, 2016). Nilai *p-value* sebesar 0,005 yang artinya lebih kecil dari nilai signifikansi (α) yang artinya adanya perubahan yang signifikan pada perubahan parameter tersebut dengan demikian model persamaan regresi berdasarkan data penelitian adalah signifikan artinya, model regresi linear memenuhi kriteria linearitas.

Selain itu didapatkan pula nilai *R-sq (adj)* 85,2% yang artinya *variable filtration loss* dapat dijelaskan sebesar 85,2% oleh *variable* massa. Sisanya 14,8% dijelaskan oleh *variable* lain selain massa. Persamaan yang didapat adalah *filtration loss* = 15,70 - 0.3400 Massa yang artinya apabila satu massa meningkat akan berpengaruh pada penurunan *filtration loss* sebesar 0,3400. Dalam pengujian

juga didapatkan nilai *correlations* sebesar -0,939 atau bernilai negatif yang artinya hanya satu variable yang cenderung meningkat *filtration loss*.

4.4.2 Mud Cake terhadap Massa



Gambar 4.8 Fitted Line Plot Massa VS Mud Cake

Jika dilihat dari gambar di atas *mud cake* terbesar diperoleh pada sampel WBM dengan nilai 1,8 dan terkecil diperoleh disampel dengan penambahan massa pati jagung 10 gram yaitu sebesar 1,1 mm.

Regression Analysis: Mud Cake versus Massa

The regression equation is
 Mud Cake = 1.705 - 0.06429 Massa

S = 0.0690066 R-Sq = 93.8% R-Sq(adj) = 92.3%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	0.289286	0.289286	60.75	0.001
Error	4	0.019048	0.004762		
Total	5	0.308333			

Fitted Line: Mud Cake versus Massa

Correlation: Massa, Mud Cake

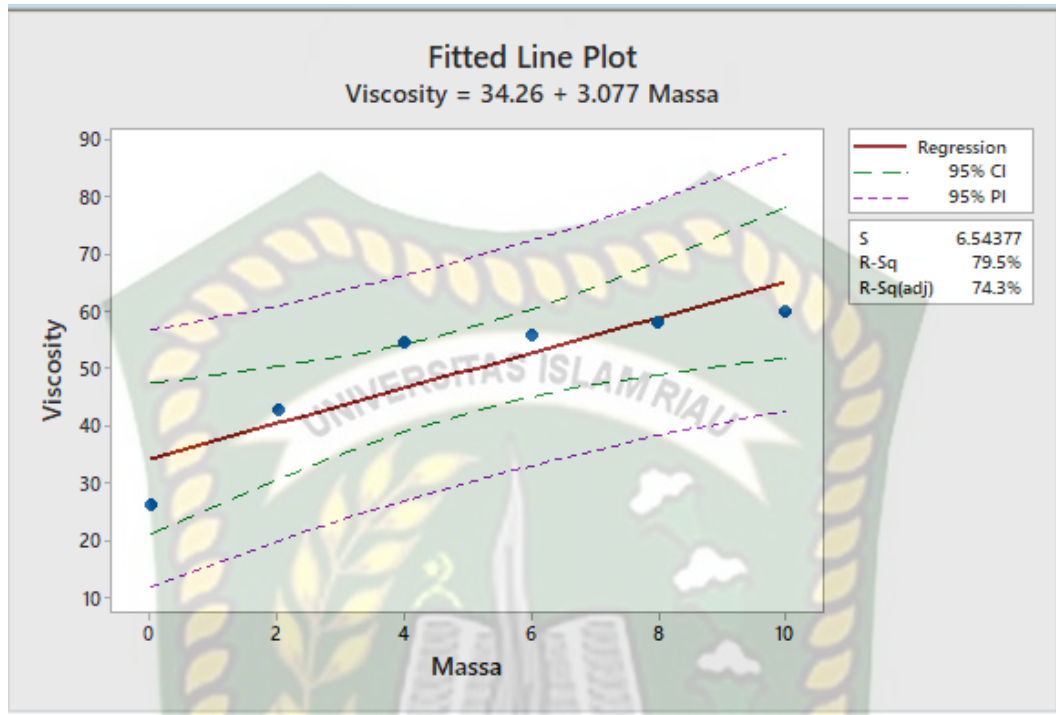
Pearson correlation of Massa and Mud Cake = -0.969
 P-Value = 0.001

Gambar 4.9 Regression Analysis Mud Cake VS Massa

Dilihat pada *output* di atas dalam *analysis of variant* diperoleh nilai signifikansi atau P yaitu sebesar 0,001 yang artinya lebih kecil dari pada nilai kriteria signifikan yaitu digunakan *confidence level* sebesar 95% atau α sebesar 0,05 sehingga model regresi linear memenuhi kriteria linearitas.

Nilai *R-sq (adj)* didapatkan sebesar 92,3% yang artinya *variable mud cake* dapat dijelaskan sebesar 92,3% oleh variabel massa. Sisanya 7,7% dijelaskan oleh variabel lain selain massa. Persamaan yang didapat adalah $Mud\ Cake = 1,705 - 0,06429\ Massa$ yang artinya apabila satu massa meningkat satu akan berpengaruh pada penurunan *mud cake* sebesar 0,06429. Selain itu dalam pengujian juga didapatkan nilai *correlations* sebesar -0,969 atau bernilai negatif yang artinya hanya satu variabel yang cenderung meningkat yaitu *mud cake*.

4.4.3 *Viscosity* terhadap Massa



Gambar 4.10 *Fitted Line Plot* Massa VS *Viscosity*

Dari gambar di atas dapat disimpulkan bahwa lumpur dengan penambahan pati jagung menunjukkan kenaikan *viscosity* pada setiap penambahan massa. Pada sampel WBM didapat nilai yang terendah yaitu 26,38 cp dan nilai tertinggi pada penambahan massa pati jagung 10 gram dengan nilai 60,02 cp. Semakin tinggi massa yang digunakan maka *viscosity* yang didapat semakin tinggi.

Welcome to Minitab, press F1 for help.

Regression Analysis: Viscosity versus Massa

The regression equation is
 Viscosity = 34.26 + 3.077 Massa

S = 6.54377 R-Sq = 79.5% R-Sq(adj) = 74.3%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	662.632	662.632	15.47	0.017
Error	4	171.284	42.821		
Total	5	833.916			

Fitted Line: Viscosity versus Massa

Correlation: Massa, Viscosity

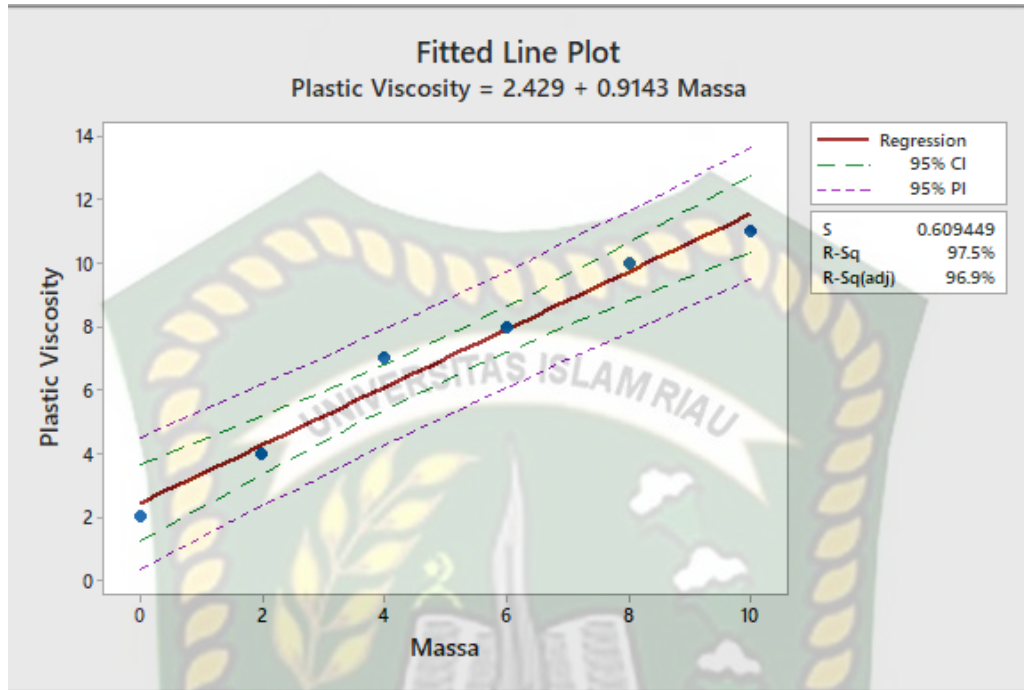
Pearson correlation of Massa and Viscosity = 0.891
 P-Value = 0.017

Gambar 4.11 Fitted Line Plot Massa VS Viscosity

Dilihat pada *output* di atas dalam *analysis of variant* diperoleh nilai signifikansi atau P yaitu sebesar 0,017 yang artinya lebih kecil dari pada nilai kriteria signifikan yaitu digunakan *confidence level* sebesar 95% atau α sebesar 0,05 sehingga model regresi linear memenuhi kriteria linearitas.

Nilai *R-sq (adj)* didapatkan sebesar 74,3% yang artinya *variable viscosity* dapat dijelaskan sebesar 74,3% oleh variabel massa. Sisanya 25,7% dijelaskan oleh variabel lain selain massa. Persamaan yang didapat adalah $viscosity = 34,26 + 3,077 \text{ Massa}$ berarti kenaikan 1 *massa* memberikan pengaruh positif terhadap *viscosity* sebesar 3,077. Selain itu dalam pengujian juga didapatkan nilai *correlations* sebesar 0,891 atau bernilai positif yang artinya kedua variabel yang diuji meningkat bersama.

4.4.4 *Plastic Viscosity* terhadap Massa



Gambar 4.12 *Fitted Line Plot* Massa VS *Plastic Viscosity*

Dari gambar di atas dapat disimpulkan bahwa semakin bertambah massa pati jagung, maka semakin naik *plastic viscosity* lumpur tersebut. Didapat nilai terendah pada sampel WBM dengan nilai 2 cp dan pada massa 10 mendapat nilai 10 cp. Kenaikan yang signifikan seiring bertambahnya massa pati jagung.

Welcome to Minitab, press F1 for help.

Regression Analysis: Plastic Viscosity versus Massa

The regression equation is
 Plastic Viscosity = 2.429 + 0.9143 Massa

S = 0.609449 R-Sq = 97.5% R-Sq(adj) = 96.9%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	58.5143	58.5143	157.54	0.000
Error	4	1.4857	0.3714		
Total	5	60.0000			

Fitted Line: Plastic Viscosity versus Massa

Correlation: Massa, Plastic Viscosity

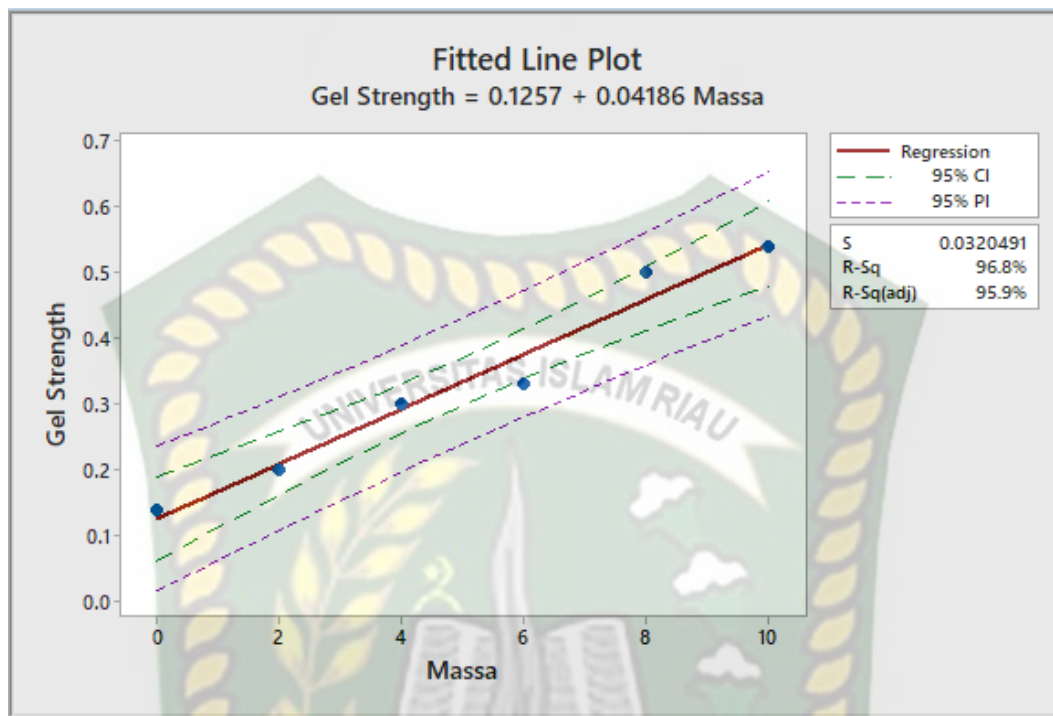
Pearson correlation of Massa and Plastic Viscosity = 0.988
 P-Value = 0.000

Gambar 4.13 Fitted Line Plot Massa VS Plastic Viscosity

Dilihat pada *output* di atas dalam *analysis of variant* diperoleh nilai signifikansi atau P yaitu sebesar 0,000 yang artinya lebih kecil dari pada nilai kriteria signifikan yaitu digunakan *confidence level* sebesar 95% atau α sebesar 0,05 sehingga model regresi linear memenuhi kriteria linearitas.

Nilai *R-sq (adj)* didapatkan sebesar 96,9% yang artinya *variable plastic viscosity* dapat dijelaskan sebesar 96,9% oleh variabel massa. Sisanya 3,1% dijelaskan oleh variabel lain selain massa. Persamaan yang didapat adalah *plastic viscosity* = 2,429 + 0,9143 Massa berarti kenaikan 1 *massa* memberikan pengaruh positif terhadap *viscosity* sebesar 0,9143. Selain itu dalam pengujian juga didapatkan nilai *correlations* sebesar 0,988 atau bernilai positif yang artinya kedua variabel yang diuji meningkat bersama.

4.4.5 *Gel Strength* terhadap Massa



Gambar 4.14 *Fitted Line Plot* Massa VS *Gel Strength*

Dari gambar di atas dapat disimpulkan bahwa semakin bertambah massa pati jagung, maka semakin naik *gel strength* lumpur tersebut. Didapat nilai terendah pada sampel WBM dengan nilai 2 cp dan pada massa 10 mendapat nilai 10 cp. Kenaikan yang signifikan seiring bertambahnya massa pati jagung.

Regression Analysis: Gel Strength versus Massa

The regression equation is
 Gel Strength = 0.1257 + 0.04186 Massa

S = 0.0320491 R-Sq = 96.8% R-Sq(adj) = 95.9%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	0.122641	0.122641	119.40	0.000
Error	4	0.004109	0.001027		
Total	5	0.126750			

Fitted Line: Gel Strength versus Massa

Correlation: Massa, Gel Strength

Pearson correlation of Massa and Gel Strength = 0.984
 P-Value = 0.000

Gambar 4.15 Fitted Line Plot Massa VS Gel Strength

Dilihat pada *output* di atas dalam *analysis of variant* diperoleh nilai signifikansi atau P yaitu sebesar 0,000 yang artinya lebih kecil dari pada nilai kriteria signifikan yaitu digunakan *confidence level* sebesar 95% atau α sebesar 0,05 sehingga model regresi linear memenuhi kriteria linearitas.

Nilai *R-sq (adj)* didapatkan sebesar 95,9% yang artinya *variable gel strength* dapat dijelaskan sebesar 95,9% oleh variabel massa. Sisanya 4,1% dijelaskan oleh variabel lain selain massa. Persamaan yang didapat adalah *gel strength* = 0,1257 + 0,04186 Massa berarti kenaikan 1 *massa* memberikan pengaruh positif terhadap *gel strength* sebesar 0,04186. Selain itu dalam pengujian juga didapatkan nilai *correlations* sebesar 0,984 atau bernilai positif yang artinya kedua variabel yang diuji meningkat bersama.

Tabel 4.7 Analisis Regresi dan Korelasi antara Parameter Uji Terhadap Massa

Massa	Parameter Uji	Hasil Pengujian Software Minitab			
		P (Value)	R-Sq (adj)	Persamaan	Corelation
0	Filtration Loss Terhadap Massa	0,005	85,2 %	Filtration Loss = 1,70 – 0,3400 Massa	-0,9,39
2					
4					
6					
8					
10	Mud Cake Terhadap Massa	0,001	92,3 %	Mud Cake = 1,705 – 0,06429 Massa	-0,969
0					
2					
4					
6					
8	Viscosity Terhadap Massa	0,017	74,3 %	Viscosity = 34,26 – 3,077 Massa	0,891
0					
2					
4					
6					
8	Plastic Viscosity Terhadap Massa	0,000	96,9 %	Plastic Viscosity = 2,429 – 0,9143 Massa	0,988
0					
2					
4					
6					
8	Gel Strength	0,000	95,9 %	Gel Strength = 0,1257 – 0,04186 Massa	0,984
0					
2					
4					
6					
8					
10					

BAB V

PENUTUP

5.1 KESIMPULAN

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

1. Penelitian ini pada sampel WBM mendapatkan hasil *filtration loss* 16,4 ml sedangkan di *mud cake* dengan menggunakan sampel WBM dengan nilai 1,8 mm. Semakin banyak penambahan massa pati jagung maka nilai yang didapat dari *filtration loss* dan *mud cake* semakin kecil. Dengan penambahan 2-10 gram Pati jagung didapat nilai *filtration loss* 14,6-12,7 ml sedangkan *mud cake* didapat dengan nilai 1,5-1,1 mm.
2. Berdasarkan hasil penelitian *rheology* sampel WBM didapat nilai *viscosity* 26,38 cp dan *plastic viscosity* didapat nilai 2 cp sedangkan nilai *gel strength* 0,14 (lb/100 ft²). Semakin banyak penambahan pati jagung maka nilai yang didapat semakin besar. Dengan penambahan 2-10 gram Pati jagung didapat nilai *viscosity* 42,38-60,02 cp dan nilai *rheology* seperti *plastic viscosity* didapat nilai 4-11 cp dan nilai *gel strength* 0,2-0,54 (lb/100 ft²).
3. Dari uji laboratorium dengan menggunakan *software* minitab didapat hasil regresi linier yang signifikan karena setiap pegujian *software* didapat hasil *analysis of variant* lebih kecil dari 95% atau 0,05. Didapat persamaan *filtration loss* = 15,70 – 0,3400 Massa, nilai *correlations* sebesar -0,939 dan p-value 0,005. Pengujian *Mud Cake* didapat persamaan *Mud Cake* = 1,705 – 0,06429 Massa, nilai *correlations* sebesar -0,969 dan p-value 0,001. Pengujian *Viscosity* didapat persamaan *viscosity* = 34,26 + 3,077 Massa, nilai *correlations* 0,891 dan p-value 0,017. Pengujian *Plastic Viscosity* didapat persamaan *plastic viscosity* = 2,429 + 0,9143 Massa, nilai *correlations* 0,988 dan p-value 0,000. Dan pengujian

gel strength didapat persamaan $gel\ strength = 0,1257 + 0,04186\ Massa$, nilai *correlations* 0,984 dan p-value 0,000.

5.2 SARAN

Untuk peneliti selanjutnya disarankan untuk meneliti pengaruh pati jagung dengan temperature yang berbeda – beda terhadap *filtration loss* dan *rheology* lumpur pemboran.



DAFTAR PUSTAKA

- Abdul Hamid. (2017). Studi Pemanfaatan Ampas Tebu Sebagai Lost Circulation Material (LCM) dan Pengaruhnya Terhadap Sifat Rheologi Lumpur. *Jurnal Petro*, VI, 8–11.
- Amanullah, M. D., & Yu, L. (2019). *Superior Corn-based Starches for Oil Field Application. 1*, 4–7.
- API Specification 13A. (2015). *Specification for Drilling Fluids Materials. 2009*(July).
- Arif, L., Buntoro, A., Sudarmoyo, & Rubiandini, R. (2001). Penelitian Sifat-Sifat Rheologi Lumpur Filtrasi Rendah Pada Temperatur Tinggi. *Proceeding Simposium Nasional IATMI*, 3–5.
- Bambang Admadi Harsojuwono, I. W. A. (2015). *Teknik Polimer Industri Pertanian*.
- Coniwanti, P., Laila, L., & Alfira, M. R. (2014). Pembuatan Film Plastik Biodegradabel dari Pemplastis Gliserol. *Jurnal Teknik Kimia*, 20(4), 22–30.
- Eke, J., Achinewhu, S., & Sanni, L. (2010). Chemical, pasting and sensory properties of tapioca grits from cassava mosaic disease-resistant cassava varieties. *Journal of Food Processing and Preservation*, 34(4), 632–648. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4549.2009.00378.x>
- Fitrianti. (2017). Pengaruh Lumpur Pemboran dengan Emulsi Minyak Terhadap Kerusakan Formasi Pasir Lempung (Analisa Uji Laboratorium). *Journal of Earth Energy Engineering*, 67–79.
- Ghazali, N. A., Adeib, S. I., Noorsuhana, M. Y., Mohd, T. A. T., & Alias, N. H. (2015). Potential of Corn Starch as Fluid Loss Control Agent in Drilling Mud. *Applied Mechanics and Materials*, 754–755(September), 682–687. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/amm.754-755.682>
- Ghazali, N. A., Yusof, M. Y. M., Azizi, A., Mohd, T. A. T., Alias, N., Sauki, A., & Yahya, E. (2015). Lost Circulation Material Characteristics of Apple Skin Powder in Drilling Mud. *Advanced Materials Research*, 1119(November 2018), 564–568. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/amr.1119.564>
- Hanum, C. (2008). *Teknik BudidayaTanaman*. Jakarta.

- Harry, T.F. , Oduola, K. , Ademiluyi, F.T. , Joel, O. F. (2016). Kinetic Modeling of Drilling Mud Treated with Local (Cassava) and Imported Polymers. *International Journal of Engineering and Management Research*, 6(5), 247–256.
- Ilato, R., & Bahua, M. I. (2013). *Analisis Rantai Nilai Komoditas Jagung Serta Strategi Peningkatan Pendapatan Petani Jagung Di Provinsi Gorontalo*. 0023046006(November), 1–90.
- Karisa Ratih Natalia, Edhiwahyuni Setyowati, A. S. (2016). *Streuktur Mikro pada Beton Dengan Limbah Batu Onyx sebagai Penganti Agregat Kasar*.
- Novrianti, Mursyidah, M. I. R. (2017). Optimasi Hidrolika Lumpur Pemboran Menggunakan Api Modified Power Law Pada Hole 8½ Sumur X Lapangan Mir. *Journal of Earth Energy Engineering*, 4(2), 15. <https://doi.org/10.22549/jeee.v4i2.635>
- Panikkai Sumarni, Nurmalina Rita, Mulatsih Sri, P. H. (2017). Analisis Ketersediaan Jagung Nasional Pencapaian Swasembada dengan Pendekatan Model Dinamik. *2017, 26 No.1*, 41–48.
- Pradirga Grahadiwin, Lilik Zabidi, C. R. (2016). *Studi Laboratorium Penguji Fiber Mat Sebagai Loss Circulation Materials dan Pengaruhnya Terhadap Sifat Rheologi Lumpur Berbahan Dasar Minyak*.
- Pratomo, D. S., & Astuti, E. Z. (2014). Analisis Regresi dan Korelasi Antara Pengunjung dan Pembeli Terhadap Nominal Pembelian di Indomaret Kedungmundu Semarang Dengan Metode Kuadrat Terkecil. *Ilmu Komputer*, (1).
- Pusdatin. (2015). Outlook Komoditas Pertanian Subsektor Pangan Jagung. *Pusat Data Dan Sistem Informasi Pertanian Kementerian Pertanian*. Retrieved from [http://epublikasi.setjen.pertanian.go.id/epublikasi/outlook/2015/Tanaman Pangan/Outlook Jagung 2015/files/assets/common/downloads/Outlook Jagung 2015.pdf](http://epublikasi.setjen.pertanian.go.id/epublikasi/outlook/2015/Tanaman%20Pangan/Outlook%20Jagung%202015/files/assets/common/downloads/Outlook%20Jagung%202015.pdf)
- Pusdatin. (2016). *Outlook Komoditas Pertanian Sub Sektor Tanaman Pangan*.
- Rosmaini, E. (2016). *Belajar Olah Data dengan SPSS, Minitab, R, Microsoft Excel, Eviews, Lisrel, Amos, dan Smartpls*.
- Rupinski, S., Brzozowski, Z. K., & Uliasz, M. (2009). Study on the Application of Starch Derivatives as the Regulators of Potassium Drilling Fluids Filtration. *Chemistry & Chemical Technology*, 3(3).
- Rubiandini, R. (2010) *Teknik Pemboran*. Bandung: ITB.

- Steve w. Cui. (2005). Food Carbohydrates - Chemistry, Physical Properties, and Applications. In *Food Carbohydrates*.
<https://doi.org/10.1074/jbc.270.35.20629>
- Suarni. (2009). Komposisi Nutrisi Jagung Menuju Hidup Sehat. *Prosiding Seminar Nasional Serelia*, 978–979.
- Subekti, P. (2016). *Perbandingan perhitungan matematis dan spss analisis regresi linear*. (June).
- Taiwo, A., Joel, O. F., & Kazeem, A. A. (2011). Investigation of local polymer (Cassava starches) as a substitute for imported sample in viscosity and fluid loss control of water based drilling mud. *Journal of Engineering and Applied Sciences*, 6(12), 43–48.
- Talukdar, P., Kalita, S., Pandey, A., Dutta, U., & Singh, R. (2018). Effectiveness of different Starches as Drilling Fluid Additives in Non Damaging Drilling Fluid. *International Journal of Applied Engineering Research*, 13(16), 12469–12474.
- Vikas Mahto. (2013). Effect Of Activated Charcoal On the Rheological and Filtration Properties Of Water Drilling Fluid. *International Journal of Chemical & Petrochemical Technology (IJCPT)*, 3(4), 27–32. Retrieved from http://www.tjprc.org/view_archives.php?year=2013&id=27&jtype=2&page=2
- Wahyuni, T., Agoestanto, A., & Pujiastuti, E. (2018). Analisis Regresi Logistik terhadap Keputusan Penerimaan Beasiswa PPA di FMIPA Unnes Menggunakan Software Minitab. *Prosiding Seminar Nasional Matematika*, 1, 755–764.
- Wami, E., Pius, J., Chukwuma, G., & Nmegbu, J. (2015). Drilling Mud Formulation Using Potato Starch (Ipomoea Batatas) *Journal of Engineering Research and Applications Wwww.Ijera.Com*, 5(September), 48–54.
- 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>