

**ANALISIS *EXPERIMENTAL* PATI SINGKONG SEBAGAI
FLUID LOSS CONTROL AGENT PADA LUMPUR
PEMBORAN**

TUGAS AKHIR

Diajukan guna melengkapi syarat dalam mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

YULIASTINI

NPM 143210008



PROGRAM STUDI TEKNIK PERMINYAKAN

UNIVERSITAS ISLAM RIAU

PEKANBARU

2019

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas akhir ini disusun oleh :

Nama : Yuliastini

NPM : 143210008

Program Studi : Teknik Perminyakan

Judul Skripsi : Analisis *Experimental* Pati Singkong Sebagai *Fluid Loss Control Agent* Pada Lumpur 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 I : Novrianti, ST., MT (.....)

Pembimbing II : Idham Khalid, ST., MT (.....)

Penguji : Novia Rita, ST., MT (.....)

Penguji : M. Ariyasa, ST., MT (.....)

Ditetapkan di : Pekanbaru

Tanggal : 28 Agustus 2019

Disahkan Oleh:

DEKAN
FAKULTAS TEKNIK

KETUA PROGRAM STUDI
TEKNIK PERMINYAKAN


Ir. H. ABD. KUDUS ZAINI, MT., MS., Ph.D.


Dr. Eng MUSLIM, MT



PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir ini merupakan karya saya sendiri dan semua sumber yang tercantum didalamnya baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar sesuai ketentuan. Saya bersedia dicopot Gelar dan Ijazah jika ditemukan pemalsuan data atau plagiat dari penulis lain.



Pekanbaru, 28 Agustus 2019



Yulastini

NPM: 14321008

Dokumen ini adalah Arsip Milik :
Perpustakaan Universitas Islam Riau

KATA PENGANTAR

Rasa syukur disampaikan kepada Allah Subhanna wa Ta'ala karena atas Rahmat dan limpahan ilmu dari-Nya saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Penulisan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Perminyakan. Universitas Islam Riau. Saya menyadari bahwa banyak pihak yang telah membantu dan mendorong saya untuk menyelesaikan tugas akhir ini serta memperoleh ilmu pengetahuan selama perkuliahan. Tanpa bantuan dari mereka tentu akan sulit rasanya untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik ini. Oleh karena itu saya ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Novrianti, ST. MT selaku dosen Pembimbing 1 dan Bapak Idham Khalid, ST.MT selaku dosen Pembimbing 2 yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberikan masukan dalam penyusunan tugas akhir ini.
2. Pihak Laboratorium Pemboran Teknik Perminyakan Universitas Islam Riau yang telah memberikan kesempatan untuk melakukan penelitian.
3. Ketua dan sekretaris prodi serta dosen-dosen yang sangat banyak membantu terkait perkuliahan, ilmu pengetahuan dan hal lain yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu
4. Orang tua dan keluarga yang memberikan dukungan penuh material maupun moral
5. Sahabat terbaik saya yang telah membantu saya dalam menyelesaikan tugas akhir ini

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

Pekanbaru, 15 Agustus 2019

Yuliastini

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	II
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	III
KATA PENGANTAR.....	IV
DAFTAR ISI.....	V
DAFTAR GAMBAR.....	VII
DAFTAR TABEL.....	VIII
DAFTAR LAMPIRAN.....	IX
DAFTAR SINGKATAN.....	X
DAFTAR SIMBOL.....	XI
ABSTRAK.....	XI
ABSTRACT.....	XII
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. LATAR BELAKANG.....	1
1.2. TUJUAN PENELITIAN.....	2
1.3. BATASAN MASALAH.....	3
1.4. METODOLOGI PENELITIAN.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1. PENELITIAN TERDAHULU.....	6
2.2. <i>FILTRATION LOSS</i>	6
2.3. <i>MUD CAKE</i>	7
2.4. PATI SINGKONG.....	8
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	11
3.1. LOKASI DAN WAKTU PENELITIAN.....	11
3.2. BAHAN DAN PERALATAN.....	11

3.2.1. Bahan.....	11
3.2.2. Peralatan.....	11
3.3. PROSEDUR PENELITIAN	14
3.3.1. Prosedur Pembuatan Pati Singkong	14
3.3.2. Prosedur Pembuatan Lumpur.....	15
3.3.3. Prosedur Pengujian Volume Filtrat dan Mud Cake	15
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	17
4.1. EDS PATI SINGKONG	17
4.2. <i>FILTRATION LOSS</i>	18
4.3. <i>MUD CAKE</i>	20
4.4. ANALISIS REGRESI DAN KORELASI ANTARA PARAMETER UJI TERHADAP MASSA	21
4.4.1. <i>Filtration Loss</i> terhadap Massa.....	22
4.4.2. <i>Mud Cake</i> terhadap Massa	23
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	25
5.1. KESIMPULAN	25
5.2. SARAN.....	26
DAFTAR PUSTAKA	27
LAMPIRAN	31

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	<i>Flow Chart</i>	3
Gambar 3.1	Timbangan digital.....	13
Gambar 3.2	Gelas ukur.....	13
Gambar 3.3	<i>Stopwatch</i>	13
Gambar 3.4	<i>Mud Mixer</i>	14
Gambar 3.5	LPLT.....	14
Gambar 3.6	Jangka sorong	15
Gambar 4.1	Singkong.....	17
Gambar 4.2	Grafik Volume Filtrat Lumpur	19
Gambar 4.3	Grafik Ketebalan <i>Mud Cake</i> Lumpur	21
Gambar 4.4	<i>Fitted Line Plot</i> Massa Versus <i>Filtration Loss</i>	22
Gambar 4.5	<i>Fitted Line Plot</i> Massa Versus <i>Mud Cake</i>	23

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Jadwal Penelitian Tugas Akhir.....	9
Tabel 4.1	Komposisi Unsur Kimia Pati Singkong.....	14
Tabel 4.2	Hasil Pengamatan Volume Filtrat.....	15
Tabel 4.3	Hasil Pengamatan Ketebalan <i>Mud Cake</i>	17



DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN I	Perhitungan Lumpur
LAMPIRAN II	Tabel Hasil Pengamatan
LAMPIRAN III	Hasil Analisis EDS
LAMPIRAN IV	Gambar <i>Mud Cake</i>
LAMPIRAN V	Minitab



Dokumen ini adalah Arsip Miik :
Perpustakaan Universitas Islam Riau

DAFTAR SINGKATAN

BPS	Badan Pusat Statistik
LPLT	<i>Low Pressure Low Temperature</i>
EDS	<i>Energy Dispersive Spectrometer</i>
API	<i>American Petroleum Institute</i>
IITA	<i>Institute of Tropical Agriculture</i>



Dokumen ini adalah Arsip Miik :
Perpustakaan Universitas Islam Riau

DAFTAR SIMBOL

m	massa
ρ	massa jenis
v	volume



Dokumen ini adalah Arsip Miik :
Perpustakaan Universitas Islam Riau

ANALISIS *EXPERIMENTAL* PATI SINGKONG SEBAGAI *FLUID LOSS CONTROL AGENT* PADA LUMPUR PEMBORAN

YULIASTINI
143210008

ABSTRAK

Salah satu fungsi lumpur pemboran didesain untuk mengurangi kehilangan cairan di formasi. Terjadinya kehilangan cairan di formasi akan menyebabkan kerugian karena filtrat yang masuk ke formasi dapat membentuk zona permeabilitas berkurang sehingga tingkat produksi menjadi lebih rendah. *Fluid loss control agent* (agen pengendali kehilangan cairan) adalah zat tambahan yang ditambahkan pada formulasi lumpur pemboran untuk mengurangi kehilangan cairan. Berbagai polimer telah digunakan sebagai aditif pengontrol kehilangan cairan. Pati termasuk dalam jenis polimer alami. Penggunaan pati dapat mengurangi kehilangan cairan.

Pembuatan pati singkong dicuci dengan air dan dihaluskan kemudian disaring. Air hasil penyaringan diendapkan selama 6 jam, setelah itu dijemur hingga kering dan lakukan *sieve analysis* dengan ukuran 200 mesh. Kemudian pati singkong dicampur dengan lumpur dengan komposisi 2, 4, 6, 8 dan 10 gram untuk mengetahui volume filtrat dan tebal *mud cake*. Pengujian *filtration loss* dan *mud cake* dilakukan dengan menggunakan alat LPLT (*Low Pressure Low Temperature*) dengan meletakkan gelas ukur untuk menampung volume filtrat yang keluar selama 30 menit, serta tebal *mud cake* pada *filter paper* yang telah dipasang pada alat LPLT. *Software* Minitab digunakan untuk analisis regresi dan korelasi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa *filtration loss* yang didapat sebesar 6,8 – 5,6 ml dan ketebalan *mud cake* 1,55 – 1,35 mm. Terjadi penurunan volume filtrat dan ketebalan *mud cake*. Penambahan massa pati pada lumpur dapat mengurangi *filtration loss* dan *mud cake*. Hasil dari *software* Minitab diperoleh persamaan $filtration\ loss = 7,052 - 0,1371\ Massa$, nilai *correlations* sebesar -0,994. Sedangkan persamaan $Mud\ Cake = 1,706 - 0,03914\ Massa$, nilai *correlations* sebesar -0,923.

Kata Kunci: *fluid loss control agent, software, filtration loss, mud cake, lumpur pemboran*

**EXPERIMENTAL ANALYSIS OF CASSAVA STARCH AS A FLUID LOSS
CONTROL AGENT IN DRILLING MUD**

**YULIASTINI
143210008**

ABSTRACT

One of the functions of drilling mud is designed to reduce fluid loss in the formation. The loss of liquid in the formation will cause losses because the filtrate that enters the formation can form a reduced permeability zone so that the production rate becomes lower. Fluid loss control agents are additives added to the drilling mud formulation to reduce fluid loss. Various polymers have been used as liquid loss control additives. Starch is a natural polymer. The use of starch can reduce fluid loss.

Making cassava starch is washed with water and mashed then filtered. The filtered water is deposited for 6 hours, after which it is dried in the sun to dry and do a sieve analysis with a size of 200 mesh. Then cassava starch mixed with mud with a composition of 2, 4, 6, 8 and 10 grams to determine the volume of the filtrate and thickness of the mud cake. Filtration loss and mud cake testing is done by using the LPLT (Low Pressure Low Temperature) by placing a measuring cup to accommodate the volume of filtrate that comes out for 30 minutes, as well as thick mud cake on filter paper that has been installed on the LPLT tool. Minitab software is used for regression and correlation analysis.

The results showed that the filtration loss obtained was 6.8 - 5.6 ml and thickness of the mud cake 1.55 - 1.35 mm. There was a decrease in filtrate volume and thickness of the mud cake. The addition of starch mass to the sludge can reduce filtration loss and mud cake. The results of the Minitab software obtained by the equation of filtration loss = $7.052 - 0.1371 \text{ Mass}$, correlations of -0.994. While the Mud Cake equation = $1,706 - 0.03914 \text{ Mass}$, the correlations are -0,923.

Keywords: *fluid loss control agent, software, filtration loss, mud cake, mud drilling*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG

Dalam dunia perminyakan, kesuksesan operasi pemboran minyak dipengaruhi oleh lumpur pemboran. Komposisi dari lumpur pemboran bisa bervariasi namun sebagian besar fungsinya tetap sama. Salah satu fungsi lumpur pemboran didesain untuk mengurangi kehilangan cairan di formasi (Agwu & Akpabio, 2018). Kerusakan formasi batu pasir lempungan akan lebih besar dibandingkan dengan kerusakan formasi batu pasir, hal ini disebabkan karena pada formasi batu pasir lempungan *clay* dapat bereaksi dengan air sehingga menyebabkan terjadinya pengembangan *clay* (*clay swelling*) pada formasi batu pasir lempungan yang terkontaminasi oleh lumpur pemboran (Fitrianti, 2012; Andalucia & Al-Hafidz, 2016). *Clay Swelling* disebabkan karena filtrat lumpur pemboran yang merembes ke formasi yang mengandung *shale* (Musnal, 2013). Karena apabila kehilangan cairan terlalu besar dapat mengakibatkan zona permeabilitas berkurang sehingga tingkat produksi menjadi lebih rendah (Ghazali, Alias, Mohd, S.I., & M.Y., 2015). *Fluid loss control agent* (agen pengendali kehilangan cairan) adalah zat tambahan yang ditambahkan pada formulasi lumpur pemboran untuk mengurangi kehilangan cairan (IL & Abah, 2013). Berbagai polimer telah digunakan sebagai aditif pengontrol kehilangan cairan (Caenn & Chillingar, 1996). Bahan berbasis polimer telah digunakan secara luas untuk mengatasi masalah kehilangan cairan (Ghazali, Alias, Mohd, S.I., & M.Y., 2015). Penggunaan polimer yang paling utama biasanya sebagai tambahan untuk bentonite. Ada dua jenis polimer yang digunakan dalam lumpur pemboran yaitu, polimer alami dan polimer sintetik. Pati termasuk dalam jenis polimer alami (Zoveidavianpoor & Samsuri, 2016). Penggunaan pati dapat mengurangi kehilangan cairan (Dantas, Leite, Nascimento, & Amorim, 2014). Kandungan unsur *Carbon* (C) dalam pati dapat mempengaruhi volume filtrat (Taiwo, O.F., & Kazeem, 2011).

Pati adalah salah satu zat yang paling melimpah di alam, sumber daya terbarukan dan juga tidak terbatas. Pati singkong diperoleh dari akar atau umbi tanaman singkong. Pati adalah unsur utama singkong (IL & Abah, 2013). Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS) produksi Ubi Kayu di Indonesia mencapai angka 21.801.415 ton pada tahun 2015, dengan harga pasaran rata-rata Rp 1.600 per kg. Oleh karena itu dengan produksi singkong yang besar, pemanfaatan bahan alami berupa pati sebagai sumber polimer alam ini diharapkan bisa menambah nilai komersial singkong dalam industri migas sebagai agen pengendali kehilangan cairan pada proses sirkulasi lumpur pemboran serta ramah lingkungan. Penelitian oleh Ghazali dkk menghasilkan bahwasannya penambahan pati jagung sebagai *fluid loss control agent* pada lumpur pemboran menunjukkan hasil semakin bertambah massa pati semakin kecil volume filtrat dengan persentase penurunan filtrat 14% (Ghazali, Alias, Mohd, S.I., & M.Y., 2015). Kadar *Carbon (C)* pada pati jagung 77 % sedangkan kadar *Carbon (C)* pada pati singkong 76, 1% (EDS Institut Teknologi Bandung, 2018). Oleh karena sifat *Carbon (C)* dapat mengikat air diharapkan pati singkong berhasil sebagaimana pati jagung berhasil sebagai *fluid loss control agent* pada lumpur pemboran.

Pengujian di laboratorium perlu dilakukan untuk mengetahui pengaruh pati singkong sebagai *fluid loss control agent*. Apabila pati singkong terbukti berpengaruh terhadap kehilangan cairan maka ini akan menjadi dasar dalam pengembangan bahan alam dalam industri migas.

1.2. TUJUAN PENELITIAN

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui hasil EDS dari pati singkong
2. Menentukan volume filtrat lumpur pemboran dengan penambahan aditif pati singkong.
3. Menentukan ketebalan *mud cake* lumpur pemboran dengan penambahan aditif pati singkong.

4. Menganalisis hasil uji laboratorium dengan menggunakan *software* minitab.

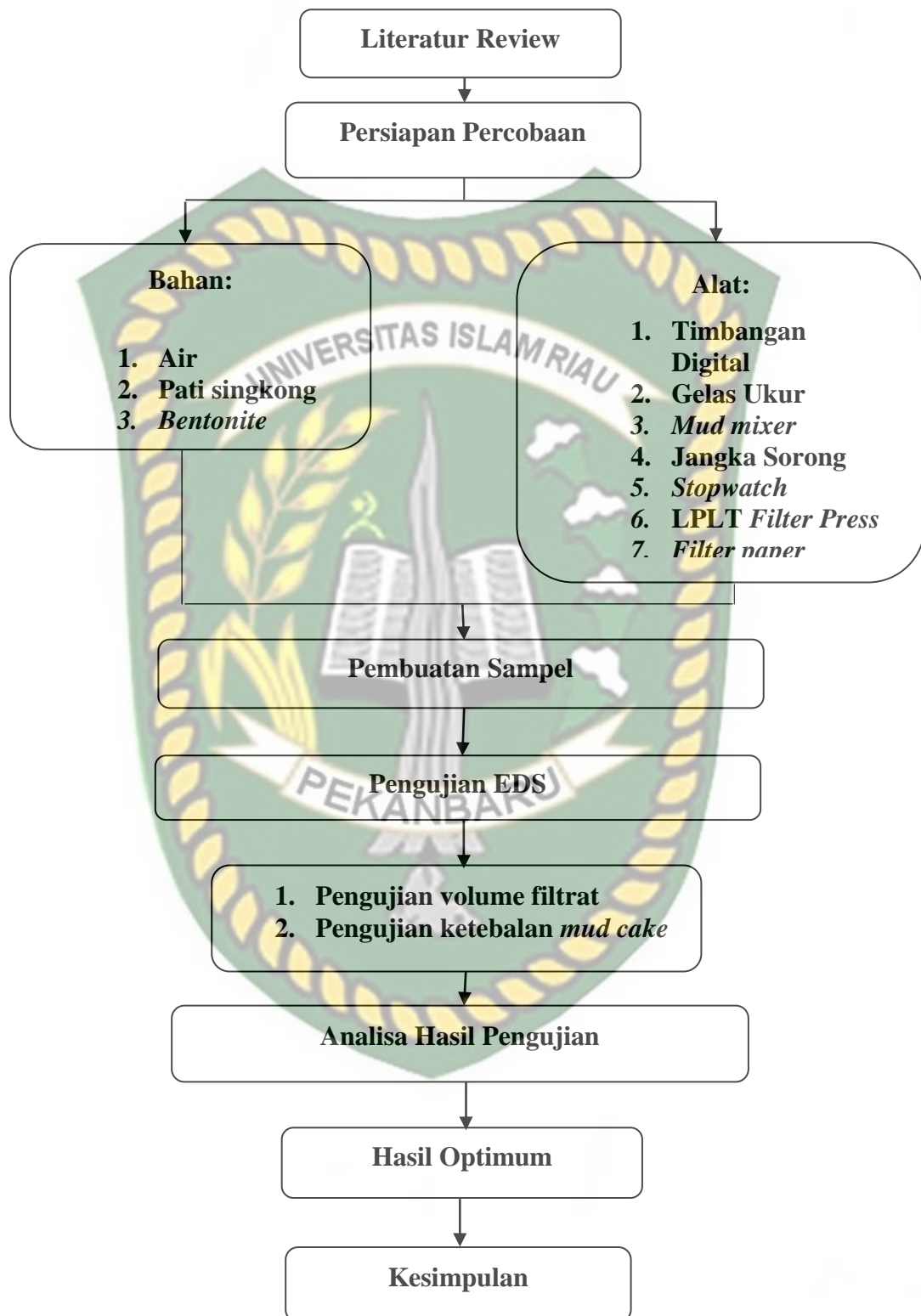
1.3. BATASAN MASALAH

1. Pembahasan difokuskan pada pengkajian penambahan pati singkong 2 gr, 4 gr, 6 gr, 8 gr, 10 gr pada lumpur standar untuk mengetahui nilai volume filtrat dan ketebalan *mud cake*.
2. Hanya terfokus pada penggunaan *software* minitab untuk menganalisis regresi linier dan korelasi dari hasil uji laboratorium.

1.4. METODOLOGI 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

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Firman Allah dalam Surah Al-A'raf ayat 56:

وَلَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ بَعْدَ إِصْلَاحِهَا وَادْعُوهُ خَوْفًا وَطَمَعًا إِنَّ رَحْمَتَ اللَّهِ قَرِيبٌ مِنَ الْمُحْسِنِينَ

“Dan janganlah kamu membuat kerusakan di muka bumi, sesudah (Allah) memperbaikinya dan berdoalah kepada-Nya dengan rasa takut (tidak akan diterima) dan harapan (akan dikabulkan). Sesungguhnya rahmat Allah amat dekat kepada orang-orang yang berbuat baik”. (Q.S. Al-A'raf [7]:56).

Manusia dalam rangka ini merupakan subjek penentu terhadap lingkungannya, karena pada dasarnya penciptaan alam yang telah berlangsung sejak lama sebelum manusia ada, tidak lain, kecuali untuk bekal manusia agar tercapailah tujuan hidup manusia (Suhendra, 2013).

2.1. PENELITIAN TERDAHULU

Pada pengujian lumpur dengan penambahan pati jagung menunjukkan hasil yang bagus pada volume filtrat, semakin bertambah massa pati semakin kecil volume filtrat yang dihasilkan (Ghazali, Alias, Mohd, S.I., & M.Y., 2015). Kadar *Carbon* (C) pada pati jagung 77 % sedangkan kadar *Carbon* (C) pada pati singkong 76, 1% (EDS Institut Teknologi Bandung, 2018). Oleh karena sifat *Carbon* (C) dapat mengikat air diharapkan pati singkong berhasil sebagaimana pati jagung berhasil sebagai *fluid loss control agent* pada lumpur pemboran. Pada pengujian lumpur dengan penambahan pati menunjukkan hasil bahwa semakin tinggi kadar *Carbon* (K) yang terkandung, maka volume filtrat akan semakin rendah (Taiwo, O.F., & Kazeem, 2011).

2.2. FILTRATION LOSS

Pada saat sirkulasi lumpur pemboran berlangsung, lumpur berinteraksi 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 filtrat. Ada dua jenis *filtration* yang terjadi selama operasi pemboran yaitu *static filtration* dan *dynamic filtration*. *Static filtration* terjadi jika lumpur berada dalam keadaan diam dan *dynamic filtration* terjadi ketika lumpur disirkulasikan (Grahadiwin, Zabidi, & Rosydan, 2016). Kehilangan cairan dapat menyebabkan beberapa masalah. Pertama, invasi filtrat dapat membentuk zona permeabilitas berkurang di sekitar sumur bor dan dapat mengakibatkan tingkat produksi yang lebih rendah. Kedua, filtrat dapat menembus bagian serpih dari formasi kemudian masuk ke lubang sumur yang bisa menyebabkan masalah pipa lengket (Ghazali, Alias, Mohd, S.I., & M.Y., 2015). Kerusakan formasi batu pasir lempungan akan lebih besar dibandingkan dengan kerusakan formasi batu pasir, hal ini disebabkan karena pada formasi batu pasir lempungan *clay* dapat bereaksi dengan air sehingga menyebabkan terjadinya pengembangan *clay* (*clay swelling*) pada formasi batu pasir lempungan yang terkontaminasi oleh lumpur pemboran (Fitrianti, 2012; Andalucia & Al-Hafidz, 2016). *Clay Swelling* disebabkan karena filtrat lumpur pemboran yang merembes ke formasi yang mengandung *shale* (Musnal, 2013). Berdasarkan Laboratorium *Technical Asia Pasifik PT. M-I Indonesia*, lumpur standar memiliki volume filtrat 7 ml (Amalia, 2007).

2.3. MUD CAKE

Mud cake adalah lapisan padatan-padatan yang bertumpuk di permukaan batuan setelah proses kehilangan cairan terjadi. *Mud cake* yang tipis merupakan bantalan yang baik antara pipa pemboran dan permukaan lubang bor. *Mud cake* yang tebal akan menjepit pipa pemboran sehingga sulit diangkat dan diputar (Rubiandini, 2010). Sebagian rangkaian pemboran menempel pada dinding lubang bor yang berada pada kedalaman formasi yang porous dan *permeable* seperti pada formasi *limestone* maupun *sandstone* karena pada formasi ini terbentuknya *mud cake* yang tebal lebih mudah terjadi dan *mud cake* yang tebal dapat terbentuk akibat *fluid loss* yang tinggi (Situmorang, Satiyawira, & Sundja, 2015). Berdasarkan spesifikasi standar lumpur pemboran, spesifikasi standar *mud cake*

yaitu ≤ 2 mm. Semakin tipis *mud cake*, maka semakin baik lumpur pemboran tersebut (Yanti, Hamid, & Bajri, 2016).

2.4. PATI SINGKONG

Pati adalah biomassa terbanyak kedua yang ditemukan di alam, di samping selulosa (Katopo, Song, & Jane, 2002). Pada prinsipnya, berbagai bahan dan aditif seperti polimer pati telah digunakan untuk mengatur nilai filtrasi pada *Water Based Mud* dengan memblokir pori-pori dalam formasi. Ada kemungkinan dalam mengendalikan permeabilitas filtrasi dengan pemanfaatan yang tepat dari pati di campur dengan bentonite atau polimer lain (Chatterji & Borchardi, 1981); (Joel, Uniport, Nwokoye, & Nigeria, 2010). Pati akan membentuk partikel koloid ketika ditambahkan ke lumpur pemboran dan memiliki kemampuan untuk menyumbat pori-pori dalam menurunkan potensi kehilangan cairan (Ghazali, Alias, Mohd, S.I., & M.Y., 2015). Pati dapat mengikat air sehingga memungkinkan untuk menunjukkan sifat-sifat pengontrolan kehilangan cairan (Harry, Joel, Ademiluyi, & Oduola, 2016). Polimer alam memiliki rantai utama berupa *Carbon* (C) (Admadi & Amata, 2015). Kandungan unsur utama pada pati adalah *Carbon* (C) (Febriantoko & Pujiastono, 2011). Kandungan unsur *Carbon* (C) dalam pati yang dapat mempengaruhi hasil volume filtrat. Jika semakin tinggi kadar *Carbon* (C) maka volume filtrat akan semakin rendah (Taiwo, O.F., & Kazeem, 2011). Pati memiliki sifat berwarna putih, kecerahan lebih tinggi maka pati lebih putih (Koswara, 2009). Semakin putih warna pati semakin bagus kualitas pati. Kadar *Carbon* (C) berbanding lurus dengan sifat pati yang berwarna putih. Jika suspensi pati dalam air dipanaskan, air akan menembus lapisan luar granula dan granula ini mulai menggelembung. Ini terjadi saat temperatur meningkat dari 60°C sampai 85°C. Granula-granula dapat menggelembung hingga volumenya lima kali lipat volume semula. Ketika ukuran granula pati membesar, campurannya menjadi kental (Gaman & K. B., 1994).

Sumber pati di Indonesia salah satunya adalah dari singkong (Koswara, 2009). Singkong umumnya dikenal dengan nama ubi kayu adalah salah satu sumber daya alam yang melimpah di Indonesia. Hal ini dapat diketahui

berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik produksi Singkong di Indonesia mencapai angka 21.801.415 ton pada tahun 2015.

2.5. ANALISIS REGRESI DAN KORELASI MENGGUNAKAN MINITAB

Statistika adalah ilmu yang mempelajari bagaimana merencanakan, mengumpulkan, menganalisis dan mempresentasikan data. Singkatnya, statistika adalah ilmu yang berkenaan dengan 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 (Subekti, 2015).

BAB III

METODOLOGI 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 November sampai dengan Desember 2018. Rincian pelaksanaan yaitu satu bulan untuk persiapan bahan dan satu bulan untuk pembuatan dan pengujian sampel.

Tabel 3.1 Jadwal Penelitian Tugas Akhir

No	Kegiatan	November				Desember			
		1	2	3	4	1	2	3	4
1.	Uji EDS								
2.	Persiapan Bahan								
3.	Penelitian di Laboraturium								
4.	Analisis Hasil Perhitungan								
5.	Pembahasan dan Kesimpulan								

3.2. BAHAN DAN PERALATAN

3.2.1. Bahan

1. Pati Singkong
2. Air
3. Bentonite

3.2.2. Peralatan

Berikut ini adalah alat beserta gambar yang dipakai pada penelitian ini.

1. Timbangan Digital

Timbangan Digital adalah alat untuk mengukur atau menimbang banyaknya bahan dasar pembuatan lumpur dan aditif 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 filtrat 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. *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 3.4.



Gambar 3.4 *Mud Mixer* (Laboratorium Teknik Perminyakan UIR)

5. *Filter press*

LPLT *Filter press* adalah alat untuk mengetahui seberapa banyak filtrat yang keluar dari lumpur dan mengetahui ketebalan *Mud Cake*. Pengukuran dilakukan selama 30 menit, dalam temperatur ruang dengan tekanan 100 psi.



Gambar 3.5 LPLT *Filter press* (Laboratorium Teknik Perminyakan UIR)

6. Jangka Sorong

Jangka sorong di gunakan untuk mengukur ketebalan *mud cake* yang di hasilkan oleh *filtrat* lumpur. Gambar jangka sorong dapat dilihat pada gambar 3.9.



Gambar 3.6 Jangka sorong (Laboratorium Teknik Perminyakan UIR)

3.3. PROSEDUR PENELITIAN

3.3.1. Prosedur Pembuatan Pati Singkong

Pembuatan pati singkong dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut (Taiwo, O.F., & Kazeem, 2011):

1. Menyiapkan singkong yang sudah di kupas kulitnya dan dicuci bersih.
2. Singkong diparut.
3. Di saring dengan menggunakan kain tipis, berfungsi untuk menyaring.
4. Biarkan air hasil penyaringan/perasan selama 6 jam.
5. Pada bagian dasar akan ada pengendapan, itulah pati. Endapan tersebut di pindahkan pada nampan, kemudian dibiarkan pada ruang terbuka (28°C-30°C) selama 5 jam.
6. Selanjutnya dikeringkan pada oven di temperatur 60 °C selama 6 jam.
7. Menyaring pati singkong menggunakan *sieve analysis* dengan ukuran 200 mesh (Novrianti, Mursyidah, & Utama, 2017).

3.3.2. Prosedur Pembuatan Lumpur

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

- a. Menimbang *bentonite* sebanyak 22,5 gram
- b. Menyiapkan air 350 ml ke dalam gelas ukur
- c. Menimbang pati singkong 2 gram
- d. Dari masing-masing komposisi bahan yang digunakan diatas, kemudian mencampur semua bahan dan aditif. Dengan cara masukan air terlebih dahulu kedalam *mud mixer*. Menyalakan *mixer* lalu masukkan bentonite, dan pati singkong, melanjutkan pengadukan selama 20 menit.
- e. Diamkan lumpur selama 16 jam dalam wadah tertutup pada suhu ruangan.
- f. Setelah 16 jam, aduk lumpur dan masukkan ke dalam *mud mixer*. Lalu *mix* selama 5 menit.
- g. Dilanjutkan dengan pengujian.
- h. Untuk sampel selanjutnya, ulangi komposisi sampel dengan komposisi pati singkong dengan berbagai konsentrasi penambahan yang telah diperhitungkan.

3.3.3. Prosedur Pengujian Volume Filtrat dan *Mud Cake*

Pada pengujian *filtration loss* digunakan alat API *filtration* LPLT (*Low Pressure Low Temperatur*). Berikut tahapan pengujian *filtration loss* (Ghazali, Alias, Mohd, S.I., & M.Y., 2015):

- a. Menyiapkan alat LPLT *filter press* dan segera memasang *filter paper* serapat mungkin dan meletakkan gelas ukur dibawah silinder untuk menampung *fluid filtrate*.
- b. Menuangkan campuran lumpur ke dalam silinder sampai batas 1 inch di bawah permukaan silinder, ukur dengan jangka sorong, dan segera tutup rapat.
- c. Kemudian alirkan udara dengan tekanan 100 psi.
- d. Mencatat volume filtrat sebagai fungsi dari waktu dengan *stopwatch*.

- e. Menghentikan penekanan udara, membuang tekanan udara melalui silinder (*bleed off*) dan menuangkan kembali sisa lumpur dalam silinder ke dalam *mixer cup*.
- f. Menentukan tebal *mud cake* dengan menggunakan jangka sorong.

3.3.4. Prosedur Menggunakan Software Minitab

- a. Membuka *software Minitab*
- b. Memasukkan data massa dan volume filtrat/*mud cake* pada lembar *worksheet*
- c. Pada menu Stat pilih *Fitted Line Plot* pada *Regression*
- d. Pada tampilan *Fitted Line Plot* pilih sumbu Y sebagai volume filtrat/*mud cake*, sumbu X sebagai massa
- e. Klik *options*
- f. Ceklis pada kotak *display options*
- g. Klik ok
- h. Kemudian hasil *Fitted Line Plot* akan di tampilkan

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan di laboratorium untuk mengetahui volume filtrat dan ketebalan *mud cake* dari penambahan aditif pati singkong.



Gambar 4.1 Singkong
(Sumber : Data Primer, 2018)

4.1. EDS PATI SINGKONG

Energy Dispersive X-ray Spectroscopy (EDS 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, 2016). Pengujian EDS *sample* Pati Singkong diuji dengan menggunakan alat EDAX merk AMETEK di Laboratorium Sentral FMIPA-ITB Institut Teknologi Bandung pada tanggal 11 Desember 2018.

Di bawah ini adalah tabel komposisi unsur kimia yang terdapat pada Pati singkong setelah pengujian EDS di ITB (Institut Teknologi Bandung).

Tabel 4.1 Komposisi Unsur Kimia Pati Singkong

<i>Element</i>	<i>Persentase (%)</i>
C	76,1
O	23,9

(Sumber: EDS Institut Teknologi Bandung)

Pada tabel 4.1 menunjukkan bahwa pati singkong memiliki dua unsur yaitu *Carbon* (C) dan *Oxygen* (O). Dengan analisa EDS dihasilkan adanya komposisi unsur bahan yang dominan dalam bahan pati singkong. 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) (Admadi & Amata, 2015).

4.2. *FILTRATION LOSS*

Lumpur pemboran yang baik adalah lumpur pemboran yang mempunyai volume filtrat rendah (Arif, Buntoro, Sudarmoyo, & Rubiandini, 2001). Lumpur pemboran harus mempunyai sifat yang dapat mengeluarkan sedikit filtrat, terutama pada saat dilakukan pemboran pada lapisan yang akan diproduksi (Hamid, 2017). Dibawah ini adalah tabel hasil pengamatan beserta grafik sampel lumpur dengan penambahan aditif pati singkong.

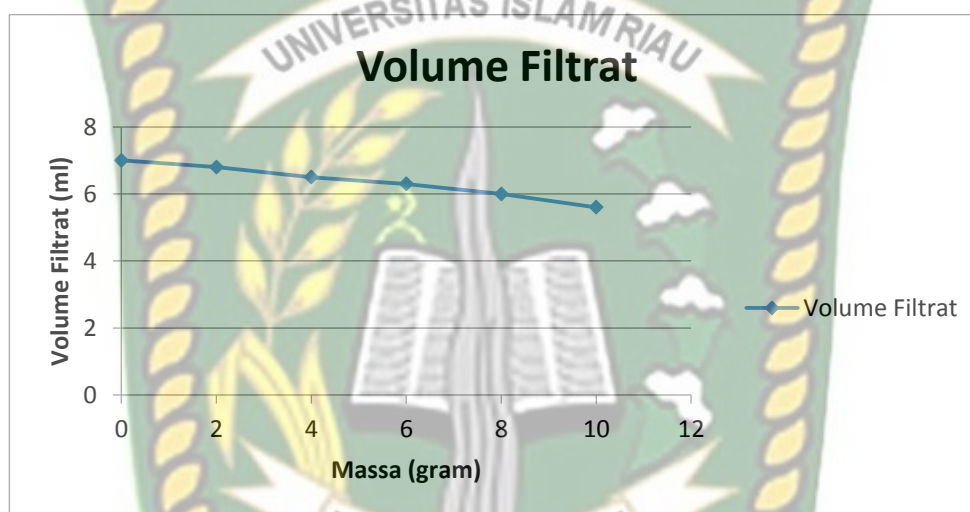
Tabel 4.3 Hasil Pengamatan Volume Filtrat

Sampel	Massa Bentonite (gr)	Volume Air (ml)	Massa Pati Singkong (gr)	Volume Filtrat (ml)
Sampel A	22,5	350	0	7
Sampel B	22,5	350	2	6,8
Sampel C	22,5	350	4	6,5
Sampel D	22,5	350	6	6,3
Sampel E	22,5	350	8	6
Sampel F	22,5	350	10	5,6

Pada tabel 4.3 pengujian ini menggunakan enam sampel. Sampel A dengan komposisi bentonite 22,5 gram dan air 350 ml tanpa penambahan pati didapatkan volume filtrat 7 ml. Berdasarkan Laboratorium *Technical Asia*

Pasifik PT. M-I Indonesia, lumpur standar memiliki volume filtrat 7 ml (Amalia, 2007). Sampel B,C,D,E, dan F dengan komposisi bentonite 22,5 gram, air 350 ml, dan penambahan pati singkong pada berbagai berat yaitu 2 gram, 4 gram, 6 gram, 8 gram, dan 10 gram didapatkan volume filtrat sebesar 6,8-5,6 ml.

Gambar 4.2 Grafik Volume Filtrat Lumpur



Pada gambar grafik 4.2 volume filtrat menurun dengan meningkatnya massa penambahan pati singkong. Jumlah kehilangan cairan menurun dengan meningkatnya penambahan pati (Ghazali, Alias, Mohd, S.I., & M.Y., 2015). Kehilangan cairan akan berkurang dengan peningkatan kadar pati (Harry, Oduola, Ademiluyi, & Joel, 2017). Kandungan *Carbon* pada pati singkong meningkatkan kapasitas penyerapan air. Semakin tinggi kandungan *Carbon* maka kapasitas penyerapan cairan semakin tinggi, sehingga volume filtrat semakin rendah (Taiwo, O.F., & Kazeem, 2011). Kandungan *Carbon* pada singkong dapat meningkatkan kapasitas penyerapan air dan mempengaruhi hidrasi (Eke, Achinewhu, & Sanni, 2010). Dari hasil penelitian dapat dinyatakan bahwa semakin bertambahnya massa aditif pati yang ditambahkan, maka volume filtrat pada lumpur semakin menurun.

Butiran pati diserap air maka kehilangan cairan berkurang. Percobaan menunjukkan bahwa peningkatan persentase pati berkontribusi pada pengurangan kehilangan cairan. Maka dari itu dapat disimpulkan bahwa pati singkong dapat digunakan dalam mencegah terkait masalah kehilangan cairan (Zoveidavianpoor & Samsuri, 2016).

4.3. MUD CAKE

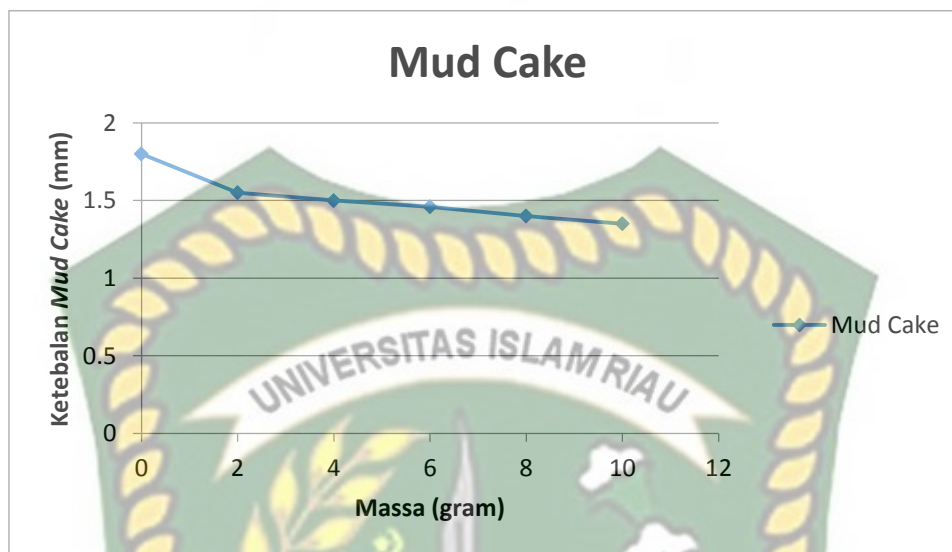
Lumpur pemboran yang baik adalah lumpur pemboran yang mempunyai *mud cake* yang tipis (Arif, Buntoro, Sudarmoyo, & Rubiandini, 2001). Dibawah ini adalah tabel hasil pengamatan beserta grafik sampel lumpur dengan penambahan aditif pati singkong.

Tabel 4.4 Hasil Pengamatan Ketebalan *Mud Cake*

Sampel	Massa Bentonite (gr)	Massa Air (gr)	Massa Pati Singkong (gr)	<i>Mud Cake</i> (mm)
Sampel A	22,5	350	0	1,8
Sampel B	22,5	350	2	1,55
Sampel C	22,5	350	4	1,5
Sampel D	22,5	350	6	1,46
Sampel E	22,5	350	8	1,4
Sampel F	22,5	350	10	1,35

Pada tabel 4.4 pengujian ini menggunakan enam sampel. Sampel A dengan komposisi bentonite 22,5 gram dan air 350 ml tanpa penambahan pati didapatkan tebal *mud cake* 1,8 mm. Sampel B,C,D,E, dan F dengan komposisi bentonite 22,5 gram, air 350 ml, dan penambahan pati singkong pada berbagai berat yaitu 2 gram, 4 gram, 6 gram, 8 gram, dan 10 gram didapatkan tebal *mud cake* 1,55-1,35mm.

Gambar 4.3 Grafik Ketebalan *Mud Cake* Lumpur

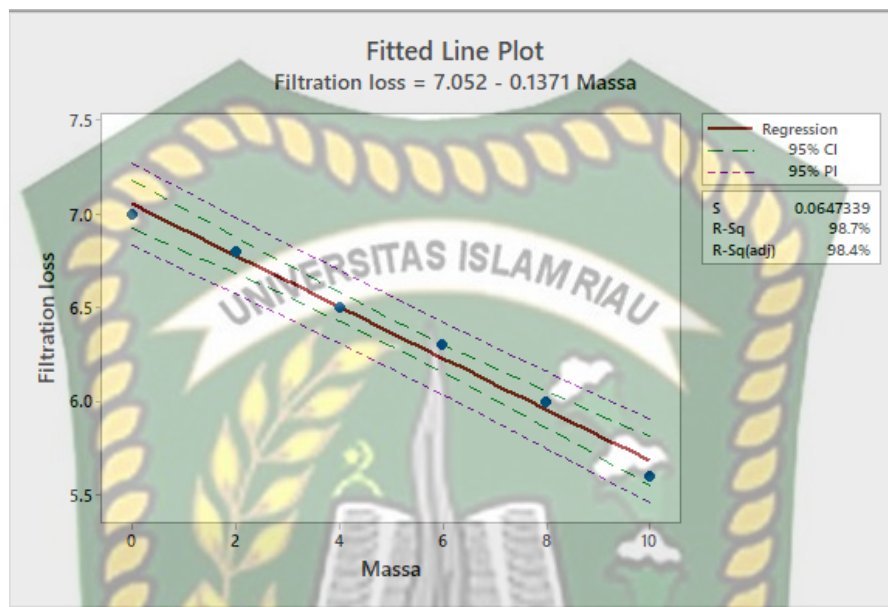


Ketebalan *mud cake* menurun dengan meningkatnya massa penambahan pati singkong. Ketika konsentrasi aditif meningkat dalam lumpur, peningkatan volume partikel pati semakin padat, menghasilkan *mud cake* yang tipis (Choolaei, Rashidi, Ardjmand, Yadegari, & Soltanian, 2012). Ketebalan *mud cake* berbanding terbalik dengan massa pati singkong. Tren ini sesuai dengan temuan yang dibuat oleh peneliti lain, *mud cake* yang berkualitas baik harus memiliki permeabilitas rendah dan tipis. Ketebalan *mud cake* menurun karena berat pati meningkat (Ghazali, Alias, Mohd, S.I., & M.Y., 2015).

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* dan *mud cake* 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

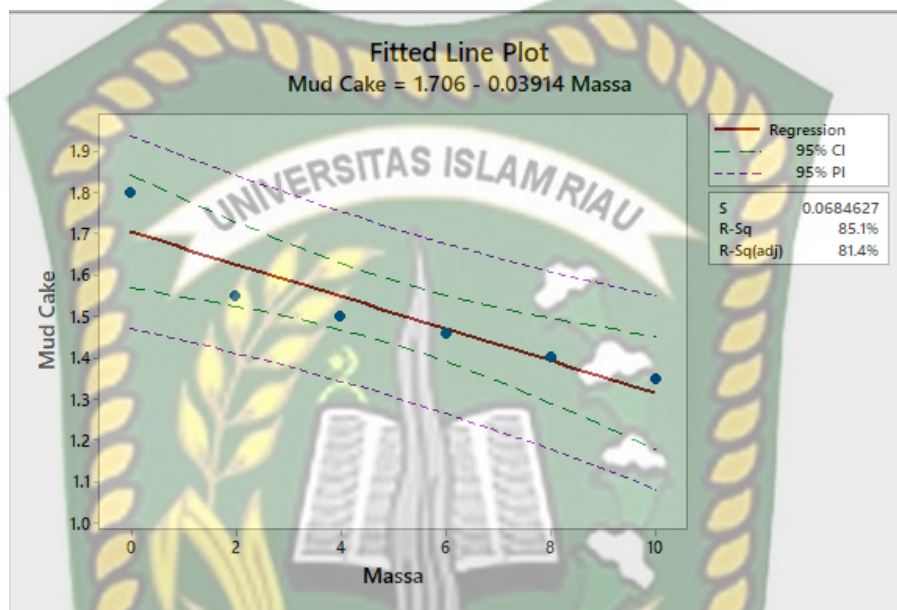


Gambar 4.4 Fitted Line Plot Massa Versus Filtration Loss

Berdasarkan gambar 4.4 dapat disimpulkan bahwa semakin besar nilai massa maka semakin kecil *filtration loss* yang didapatkan. Dalam kondisi ini didapat hasil yang paling tinggi pada lumpur tanpa penambahan pati singkong yaitu dengan nilai 7 ml sedangkan nilai paling rendah pada sampel dengan penambahan massa pati singkong 10 gram dengan hasil 5,6 ml. Garis merah sebagai regresi (*regression*) menunjukkan hubungan sumbu X sebagai massa dan sumbu Y sebagai volume filtrat sehingga didapatkan estimasi rata-rata. Nilai CI sebagai nilai Indeks Korelasi (*Correlation Index*) menunjukkan batas nilai plot hubungan variabel X dan Y. Nilai PI sebagai nilai Indeks Probabilitas (*Probability Index*) menunjukkan nilai peluang atau kebolehjadian nilai filtrat dengan syarat masih di dalam batas garis PI. Nilai S menunjukkan kesalahan standar dari hasil regresi. Nilai *R-sq (adj)* 98,4% yang artinya *variable* filtration loss dapat dijelaskan sebesar 98,4% oleh *variable* massa. Sisanya 1,6% dijelaskan oleh *variable* lain selain massa. Persamaan yang didapat adalah *filtration loss* = 7,052 – 0,1371 massa. Yang artinya apabila satu massa meningkat akan berpengaruh pada penurunan filtration loss sebesar 0,1371. Dalam pengujian juga didapatkan

nilai *correlations* sebesar -0,994 atau bernilai negatif yang artinya hanya satu variable yang cenderung meningkat yaitu *filtration loss*.

4.4.2. Mud Cake terhadap Massa



Gambar 4.5 Fitted Line Plot Massa Versus Mud Cake

Berdasarkan gambar 4 *mud cake* terbesar diperoleh pada sampel lumpur tanpa penambahan pati singkong dengan nilai 1,8 mm dan terkecil diperoleh pada sampel dengan penambahan massa pati singkong 10 gram yaitu sebesar 1,35 mm. Garis merah sebagai regresi (*regression*) menunjukkan hubungan sumbu X sebagai massa dan sumbu Y sebagai volume filtrat sehingga didapatkan estimasi rata-rata. Nilai CI sebagai nilai Indeks Korelasi (*Correlation Index*) menunjukkan batas nilai plot hubungan variabel X dan Y. Nilai PI sebagai nilai Indeks Probabilitas (*Probability Index*) menunjukkan nilai peluang atau kebolehjadian nilai filtrat dengan syarat masih di dalam batas garis PI. Nilai S menunjukkan kesalahan standar dari hasil regresi. Nilai *R-sq (adj)* didapatkan sebesar 81,4% yang artinya *variable mud cake* dapat dijelaskan sebesar 81,4% oleh variabel massa. Sisanya 19,6% dijelaskan oleh variabel lain selain massa. Persamaan yang didapat adalah *filtration loss* = $1,706 - 0,03914 \text{ massa}$. Yang artinya apabila satu massa meningkat satu akan berpengaruh pada penurunan *mud cake* sebesar

0,03914. Selain itu dalam pengujian juga didapatkan nilai *correlations* sebesar -0,923 atau bernilai negatif yang artinya hanya satu variabel yang cenderung meningkat yaitu *mud cake*.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah didapatkan sehingga didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil pengujian EDS menunjukkan bahwa ada dua unsur yang terdapat pada pati singkong yaitu unsur *Carbon* (C) sebesar 76,1% dan unsur *Oxygen* (O) sebesar 23,9%.
2. Pada sampel lumpur tanpa penambahan pati singkong mendapatkan hasil *filtration loss* 7 ml sedangkan pada penambahan pati singkong 2-10 gram didapat nilai *filtration loss* semakin kecil. Dengan penambahan 2-10 gram Pati singkong didapat nilai *filtration loss* 6,8-5,6 ml. Penambahan variasi berat aditif pati singkong pada campuran lumpur pemboran menyebabkan penurunan volume filtrat.
3. Pada sampel lumpur tanpa penambahan pati singkong diperoleh hasil ketebalan *mud cake* 1,8 mm sedangkan pada penambahan pati singkong 2-10 gram diperoleh ketebalan *mud cake* 1,55-1,35 mm. Penambahan variasi berat aditif pati singkong pada lumpur pemboran menyebabkan penurunan ketebalan *mud cake*.
4. Berdasarkan software minitab diperoleh persamaan *filtration loss* = 7,052 – 0,1371 Massa, nilai *correlations* sebesar -0,994. Sedangkan persamaan *Mud Cake* = 1,706 – 0,03914 Massa, nilai *correlations* sebesar -0,923.

5.2. SARAN

Ada beberapa hal yang disarankan untuk penelitian selanjutnya, yaitu diharapkan kepada peneliti selanjutnya untuk menggunakan pati singkong sebagai aditif lumpur pemboran untuk mengetahui pengaruhnya terhadap *rheology*.



DAFTAR PUSTAKA

- Admadi, B., & Amata, I. W. (2015). *Teknologi Polimer*. Denpasar: Universitas Udayana.
- Agwu, O. E., & Akpabio, J. U. (2018). Using Agro Waste Materials as Possible Filter Loss Control Agents in Drilling Muds: A Review.
- Amalia, S. (2007). *Pengaruh KOH Terhadap Sifat Lumpur Pengeboran Berbahan Dasar Air (Water Based-Mud)*. Depok: Universitas Indonesia.
- Andalucia, S., & Al-Hafidz, F. A. (2016). Analisis Hall Plot Untuk Mengidentifikasi Formation Damage Dan Performance Injeksi Pada Kegiatan Waterflooding Di Lapangan North Rifa PT. Pertamina EP Asset 1 Field Ramba.
- Arif, L., Buntoro, A., Sudarmoyo, & Rubiandini, R. (2001). Penelitian Sifat-Sifat Rheologi Lumpur Filtrasi Rendah Pada Temperatur Tinggi.
- Caenn, R., & Chillingar, G. V. (1996). Drilling Fluids: State of The Art. *Journal of Petroleum Science and Engineering*.
- Chatterji, J., & Borchardi, J. (1981). Applications of Water Soluble Polymers in the Oil Field. *Journal Of Petroleum Technology*.
- Choolaei, M. M., Rashidi, A. M., Ardjmand, M., Yadegari, A., & Soltanian, H. (2012). The Effect of Nanosilica on the Physical Properties of Oil Well Cement.
- Dantas, A., Leite, R., Nascimento, R., & Amorim, L. (2014). The Influence of Chemical Additives in Filtration Control of Inhibited Drilling Fluids. *Brazilian Journal of Petroleum and Gas*.
- Eke, J., Achinewhu, S., & Sanni, L. (2010). Chemical, Pasting And Sensory Properties Of Tapioca Grits From Cassava Mosaic Disease Resistant Cassava Varieties.

- Febriantoko, B. W., & Pujiastono, H. (2011). Karakteristik Campuran Karet Alam Dengan Pet.
- Fitrianti. (2012). Pengaruh Lumpur Pemboran Dengan Emulsi Minyak Terhadap Kerusakan Formasi Batu Pasir Lempungan (Analisa Uji Laboratorium).
- Gaman, P., & K. B., S. (1994). *Pengantar Ilmu Pangan Nutrisi dan Mikrobiologi*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Ghazali, N. A., Alias, N. H., Mohd, T. A., S.I., A., & M.Y., N. (2015). Potential of Corn Starch as Fluid Loss Control Agent in Drilling Mud.
- Ghazali, N., Yusof, M., Azizi, A., Mohd, T., Alias, N., Sauki, A., et al. (2015). Lost Circulation Material Characteristics of Apple Skin Powder in Drilling Mud.
- Gio, P. U., & Rosmaini, E. (2016). *Belajar Olah Data dengan SPSS, Minitab, R, Microsoft, Excel, Eviews, Lisrel, Amos, dan Smartpls*. Medan: USU Press.
- Grahadiwin, P., Zabidi, L., & Rosydan, C. (2016). Studi Laboratorium Pengujian Fiber Mat Sebagai Loss Circulation Materials Pengaruhnya Terhadap Sifat Rheologi Lumpur Berbahan Dasar Minyak.
- Hamid, A. (2017). Studi Pemanfaatan Ampas Tebu Sebagai Lost Circulation Material (LCM) dan Pengaruhnya Terhadap Sifat Rheologi Lumpur.
- 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*.
- Harry, T., Joel, O., Ademiluyi, F., & Oduola, K. (2016). Performance Evaluation of Local Cassava Straches with Imported Starch for Drilling Fluid. *American Journal of Engineering Research*.
- IL, E., & Abah, A. M. (2013). Comparative Performance of Cassava Starch to PAC as Fluid Loss Control Agent in Water Based Drilling Mud.

- Joel, O., Uniport, Nwokoye, C., & Nigeria, P. (2010). Performance Evaluation of Local Bentonite With Imported Grade for Utilization in Oil Field Operations in Nigeria.
- Katopo, H., Song, Y., & Jane, J.-I. (2002). Effect And Mechanism of Ultrahigh Hydrostatic Pressure On The Structure And Properties Of Starches.
- Koswara, S. (2009). *Teknologi Modifikasi Pati*.
- Musnal, A. (2013). Mengatasi Kerusakan Formasi Dengan Metoda Pengasaman Yang Kompetibel Pada Sumur Minyak Di Lapangan X.
- Natalia, K. R. (2016). *Struktur Mikro Pada Beton Dengan Limbah Batu ONYX Sebagai Pengganti Agregat Kasar*. Malang: Universitas Brawijaya.
- Novrianti, Mursyidah, & Utama, T. P. (2017). Studi Laboratorium Pengaruh Variasi Temperatur Pemanasan Arang Batok Kelapa Terhadap Thickening Time and Free Water Semen Pemboran. *Journal of Earth Energy Engineering*.
- Prabawati, S. Y., & Wijaya, A. G. (2008). Pemanfaatan Sekam Padi dan Pelepah Pohon Pisang Sebagai Bahan Alternatif Pembuat Kertas Berkualitas.
- 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 Kecil.
- Rubiandini, R. (2010). *Teknik Pemboran*. Bandung: ITB.
- Samvati, R., & Abdullah, N. (2016). The Experimental Assessment and Study of Ubi Kayu Starch as Fluid Loss Control Agent in Water Based Drilling Fluids. *International Journal of Scientific Research in Chemical Engineering*.
- Situmorang, K. R., Satiyawira, B., & Sundja, A. (2015). Evaluasi Terjepitnya Rangkaian Pipa Pemboran Pada Sumur JH-151 Lapangan X Di PT. Pertamina EP.

- Subekti, P. (2015). Perbandingan Perhitungan Matematis Dan SPSS Analisis Regresi Linier.
- Suhendra, A. (2013). Menelisik Ekologis Dalam Al-Qur'an.
- Taiwo, A., O.F., J., & 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. *ARPJ Journal of Engineering and Applied Science*.
- Wahyuni, T., Agoestanto, A., & Pujiastuti, E. (2018). Analisis Regresi Logistik terhadap Keputusan Penerimaan Beasiswa PPA di FMIPA Unnes Menggunakan Software Minitab.
- Yanti, W., Hamid, A., & Bajri, I. B. (2016). Pengaruh Penambahan Garam NaCl Pada Lumpur Pemboran Berbagai Temperatur. *Jurnal Petro*.
- 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*.