

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

TUGAS AKHIR

Diajukan guna melengkapi syarat dalam mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

RIDHO FERNANDA

NPM 133210438



PROGRAM STUDI TEKNIK PERMINYAKAN

UNIVERSITAS ISLAM RIAU

PEKANBARU

2019

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas akhir ini disusun oleh :

Nama : Ridho Fernanda
NPM : 133210438
Program Studi : Teknik Perminyakan
Judul Skripsi : Analisis Penambahan *Additive* CMC Dari Kulit
Durian Terhadap *Filtration Loss* Dan *Rheology*
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 : Richa Melysa, ST., MT ()
Penguji : Novia Rita, ST., MT ()
Ditetapkan di : Pekanbaru
Tanggal :

Disahkan oleh:

**DEKAN
FAKULTAS TEKNIK**

**KETUA PROGRAM STUDI
TEKNIK PERMINYAKAN**

Ir. H ABD. KUDUS ZAINI, MT., MS., TR

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



Pekanbaru, 18 Desember 2019

Ridho Fernanda

133210438

Dokumen ini adalah Arsip Miik :
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. Oleh karena itu saya ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Novrianti, ST. MT dan Idham Khalid, ST., MT selaku dosen pembimbing 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 atas segala doa dan kasih sayang, dukungan moril dan materil yang diberikan sampai penyelesaian tugas akhir.
5. Sabahat 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, 18 Desember 2019

Ridho Fernanda

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
ABSTRAK	XIV
ABSTRACT	XV
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. LATAR BELAKANG.....	1
1.1 TUJUAN PENELITIAN.....	3
1.2 MANFAAT PENELITIAN.....	3
1.3 BATASAN MASALAH.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 <i>RHEOLOGY</i> LUMPUR PEMBORAN.....	4
2.1.1. <i>Plastic Viscosity (μP)</i>	4
2.1.2. <i>Yield Point (YP)</i>	5
2.1.3. <i>Gel Strength (GS)</i>	5
2.2 <i>FILTRATION LOSS</i>	6
2.3 KULIT DURIAN.....	7
2.4 SELULOSA.....	8
2.5 ANALISIS REGRESI DAN KORELASI MENGGUNAKAN MINITAB	

2.6 PENGUJIAN EDS.....	10
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	12
3.1 LOKASI DAN WAKTU PENELITIAN	12
3.2 JENIS DATA	12
3.3 SAMPEL PENELITIAN	12
3.4 ALAT DAN BAHAN PENELITI	14
3.4.1 Alat Penelitian.....	14
3.4.2 Bahan.....	20
3.5 PROSEDUR PENELITIAN	21
3.5.1 Pembuatan CMC dari Kulit Durian	21
3.5.2 Prosedur Pembuatan Lumpur	25
3.5.3 Prosedur Pengujian Rheology.....	25
3.5.4 Prosedur Pengujian Filtration Loss	27
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	28
4.1 RHEOLOGY.....	28
4.1.1 <i>Plastic Viscosity</i>	28
4.1.2 <i>Yield Point</i>	29
4.1.3 <i>Gel Strength</i>	30
4.2 <i>FILTRATION LOSS</i>	31
4.3 ANALISIS REGRESI DAN KORELASI ANTARA PARAMETER UJI TERHADAP MASSA	32
4.3.1 <i>Plastic Viscosity</i>	32
4.3.2 <i>Yield Point</i>	35
4.3.3 <i>Gel Strength</i>	37
4.3.4 <i>Filtration Loss</i>	39
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	42
5.1. KESIMPULAN.....	42
5.2. SARAN	43
DAFTAR PUSTAKA	44

LAMPIRAN I

LAMPIRAN II

LAMPIRAN III



**Dokumen ini adalah Arsip Miik :
Perpustakaan Universitas Islam Riau**

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	13
Gambar 3.2 Blender	14
Gambar 3.3 Mud Balance	15
Gambar 3.4 Mud Mixer	15
Gambar 3.5 Gelas Ukur	16
Gambar 3.6 Timbangan Digital	16
Gambar 3.7 Jangka Sorong	17
Gambar 3.8 Fann VG Meter	17
Gambar 3.9 Marsh Funnel	18
Gambar 3.10 <i>Stopwatch</i>	18
Gambar 3.11 <i>Sieve</i>	19
Gambar 3.12 <i>LPLT</i>	19
Gambar 3.13 <i>Filter Paper</i>	20
Gambar 3.14 Oven	20
Gambar 3.15 Kulit Durian	21
Gambar 3.16 Kulit Durian Yang Telah Di Blender	22
Gambar 3.17 Kulit Durian Dalam Larutan NaOH 15%	22
Gambar 3.18 Kulit Durian Setelah Diberikan Larutan H ₂ O ₂	23
Gambar 3.19 Kulit Durian Pada Larutan NaOH 9%	23
Gambar 3.20 Proses <i>Neutralizer</i>	24
Gambar 3.21 Kulit Durian Dalam Keadaan Kering	24
Gambar 3.22 Lumpur	25
Gambar 4.1 Grafik <i>Plastic Viscosity</i> Lumpur.....	28
Gambar 4.2 Grafik <i>Yield Point</i> Lumpur	30
Gambar 4.3 Grafik <i>Gel Strength</i> Lumpur	31
Gambar 4.4 Grafik <i>Volume Filtrat</i> Lumpur.....	32
Gambar 4.5 <i>fitted line plot</i> massa VS <i>plastic viscosity</i>	33
Gambar 4.6 Regression Analysis <i>plastic viscosity</i> VS Massa.	34
Gambar 4.7 <i>fitted line plot</i> massa VS <i>Yield Point</i>	35

Gambar 4.8 <i>Regression Analysis Yield Point VS Massa</i>	36
Gambar 4.9. <i>fitted line plot massa VS Gel Strength</i>	37
Gambar 4.10. <i>Regression Analysis Gel Strength VS Massa</i>	38
Gambar 4.11. <i>fitted line plot massa VS Volume Filtrat</i>	39
Gambar 4.12. <i>Regression Analysis filtration loss VS Massa</i>	40



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Komposisi kimia kulit Durian	8
Tabel 2.2	Hasil komposisi EDS Kulit Durian	11
Tabel 3.1	Jadwal Penelitian Tugas Akhir.....	12
Tabel 4.1	Perbandingan Hasil Analisis <i>Plastic Viscosity</i> Lumpur.	28
Tabel 4.2	Perbandingan Hasil Analisis <i>Yield Point</i> Lumpur.....	29
Tabel 4.3	Perbandingan Hasil Analisis <i>Gel Strength</i> Lumpur.	30
Tabel 4.4	Perbandingan Hasil Analisis <i>Volume Filtrat</i> Lumpur.	31
Tabel 4.5	Analisis Regresi dan Korelasi antara Parameter Uji Terhadap Massa	41



DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN I Perhitungan Lumpur

LAMPIRAN II Tabel Hasil Pengamatan

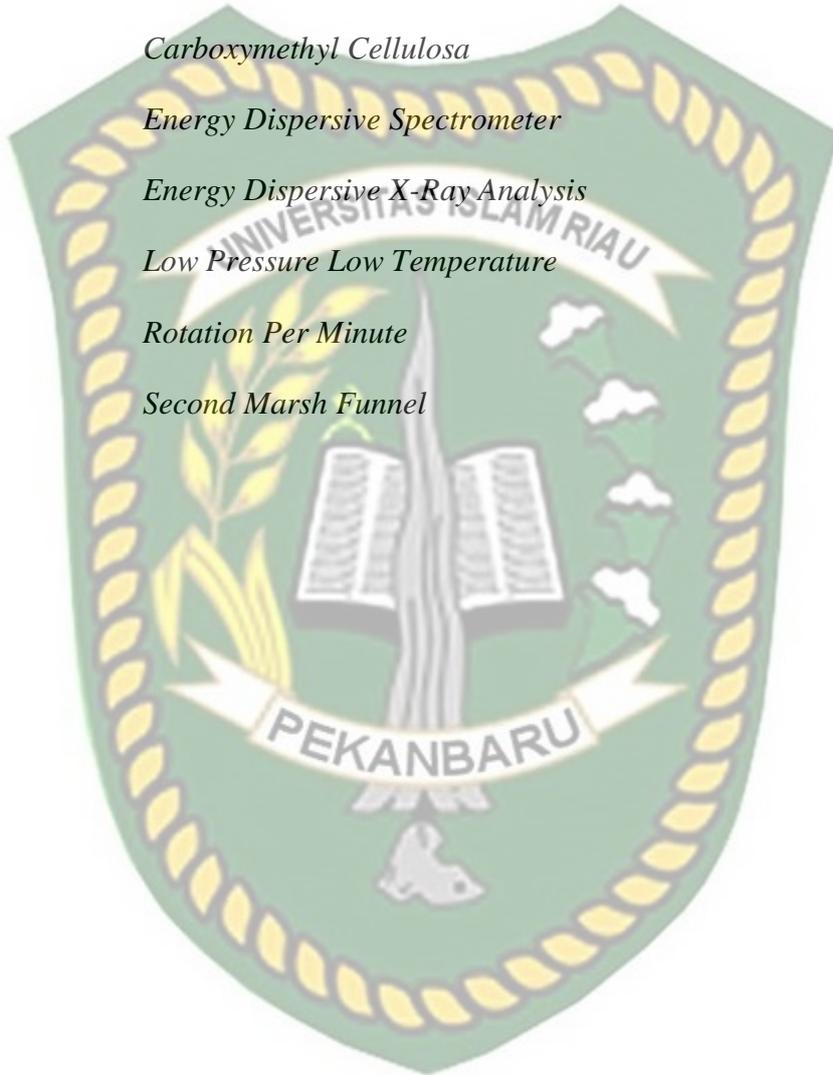
LAMPIRAN III Hasil Analisis SEM EDS



Dokumen ini adalah Arsip Miik :
Perpustakaan Universitas Islam Riau

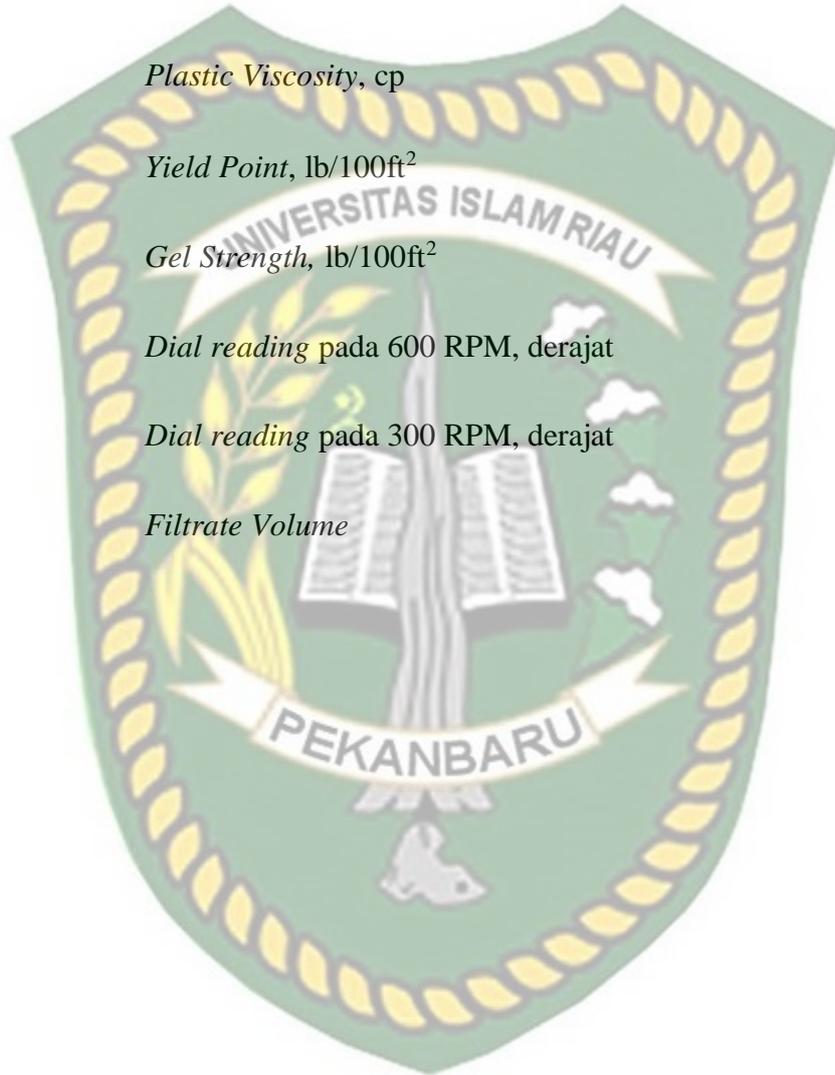
DAFTAR SINGKATAN

API	<i>American Petroleum Institute</i>
CMC	<i>Carboxymethyl Cellulosa</i>
EDS	<i>Energy Dispersive Spectrometer</i>
EDX	<i>Energy Dispersive X-Ray Analysis</i>
LPLT	<i>Low Pressure Low Temperature</i>
RPM	<i>Rotation Per Minute</i>
SMF	<i>Second Marsh Funnel</i>



DAFTAR SIMBOL

C	<i>Carbon</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>



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

**RIDHO FERNANDA
133210438**

ABSTRAK

Sirkulasi lumpur merupakan faktor penting selama proses pemboran. Salah satu masalah yang terus terjadi pada saat operasi pemboran adalah *filtration loss*. Untuk menangani masalah ini, salah satu cara yang digunakan adalah dengan menambahkan *additive Carboxy Methyl Cellulose (CMC)*. Lumpur yang menggunakan bahan dasar campuran *additive* berupa CMC yang berguna untuk *viscosifiers* dan juga *filtrat reducer* merupakan jenis kimia yang cukup mahal, oleh karena itu CMC yang digunakan dalam tugas akhir ini memanfaatkan bahan alami yang cukup banyak di Indonesia salah satunya yaitu kulit durian.

Kulit durian merupakan limbah organik yang kurang dimanfaatkan. Karena struktur kulit durian yang keras dan berserat, maka sangat potensial untuk diolah menjadi CMC. Kulit durian memiliki kandungan selulosa yang tinggi (50-60%), lignin (5%) dan pati (5%). Pembuatan CMC kulit durian dengan cara *Delignification, Bleaching-Puling, Alkali, Mercerization, Neutralization*, dan *sieve*. Kemudian dicampur dengan lumpur dan diuji *plastic viscosity, yield point, gel strength*, volume *filtrate* dengan massa CMC 2,3,4,5,6 gram. Pengujian *filtration loss* dilakukan dengan menggunakan alat *Low Pressure Low Temperature (LPLT)* Pengujian *rheology* seperti *plastic viscosity, yield point* dan *gel strength* menggunakan alat *Fann VG Meter*.

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, hasil dari *rheology* lumpur dengan CMC kulit durian didapat densitas sebesar 8.5 – 8.65 ppg, *yield point* dengan massa 2gr-6gr sebesar 7-10 lb/100ft², *plastic viscosity* dengan massa 2gr-6gr sebesar 7,5 – 10 cp, *gel strength* dengan massa 2gr-6gr sebesar 0,5° - 0.6°, volume filtrat 8,7-7,1 ml. Penambahan massa yang semakin besar akan mengurangi *filtration loss* dan sebaliknya dengan penambahan semakin besar akan menaiki nilai dari *plastic viscosity, yield point* dan *gel strength*.

Kata kunci : *Carboxy Methyl Cellulose (CMC)*, Kulit Durian, *Filtration Loss*, *Rheology*

**ANALYSIS OF ADDITIVE CMC ADDITION FROM DURIAN SKIN TO LOSS
FILTRATION AND DRILLING MUD RHEOLOGY**

**RIDHO FERNANDA
133210438**

ABSTRACT

Mud circulation is an important factor during the drilling process. One problem that continues to occur during drilling operations is filtration loss. To deal with this problem, one of the methods used is to add the Carboxy Methyl Cellulose (CMC) additive. Lumpur that uses additive mixture as CMC that is useful for viscosifiers and filtrate reducer is a chemical type which is quite expensive, therefore CMC used in this final project utilizes quite a lot of natural ingredients in Indonesia, one of which is durian skin.

Durian skin is an underutilized organic waste. Due to the hard and fibrous structure of durian skin, it is very potential to be processed into CMC. Durian skin has a high cellulose content (50-60%), lignin (5%) and starch (5%). Making CMC durian skin by Delignification, Bleaching-Puling, Alkali, Mercerization, Neutralization, and sieve. Then mixed with mud and tested plastic viscosity, yield point, gel strength, filtrate volume with mass 2,3,4,5,6 gram. Filtration loss testing is carried out using a Low Pressure Low Temperature (LPLT) rheology test such as plastic viscosity, yield point and gel strength using a Fann VG Meter.

On the testing that has been done, result rheology of mud with CMC durian skin obtained density of 8.5 - 8.65 ppg, yield point with mass 2gr-6gr of 7-10 lb/100ft², plastic viscosity with mass 2gr-6gr of 7.5 - 10 cp, gel strength with mass 2gr-6gr of 0.5 ° - 0.6 °, the filtrate volume is 8.7-7.1 ml. The increase in mass will reduce the filtration loss and vice versa with the addition will increase the value of plastic viscosity, yield point and gel strength.

Keywords : *Carboxy Methyl Cellulose (CMC), Durian skin, Filtration Loss, Rheology*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG

Lumpur pemboran adalah fluida pemboran yang digunakan pada saat proses pemboran berjalan dan memiliki fungsi yang banyak, seperti untuk menahan tekanan reservoir, melakukan pengangkatan *cutting*, media untuk mengetahui lapisan, dan lain-lain. Karena kegunaannya yang banyak maka perencanaan program lumpur pemboran sangat penting dilakukan agar operasi pemboran dapat berjalan sesuai rencana (Widiatna, Satyawira, & Sundja, 2015). Kecepatan, efisiensi, keselamatan dan biaya pemboran sangat tergantung pada baik tidaknya lumpur pemboran. Tujuan terpenting penggunaan lumpur pemboran yaitu agar dalam proses pemboran tidak menemui kesulitan-kesulitan yang dapat mengganggu kelancaran kegiatan pemboran itu sendiri (Agung & Hamid, 2015). Masalah yang biasa ditemukan pada lumpur pemboran yaitu kurangnya viskositas lumpur sehingga mengakibatkan lumpur tidak mampu mengangkat *cutting* dan hilangnya fluida ke dalam batuan (*filtration loss*).

Untuk mengatasi masalah ini lumpur dapat ditambahkan CMC. Penambahan CMC meningkatkan viskositas pada lumpur. Dengan meningkatnya viskositas, maka kemampuan lumpur untuk mengangkat *cutting* akan meningkat dan juga mengurangi terjadinya *filtration loss* (Iscan & Kok, 2007). Bahan berbasis selulosa telah digunakan secara luas untuk mengatasi masalah kehilangan cairan (Ghazali, Alias, & Mohd, 2015).

CMC yang berguna untuk *viscosifiers* dan juga *filtrat reducer* merupakan bahan kimia yang cukup mahal, oleh karena itu peneliti ingin memanfaatkan bahan alami yang banyak tersedia dan berpotensi dijadikan bahan dasar pembuatan CMC yaitu kulit durian. Kulit durian merupakan limbah organik yang kurang dimanfaatkan memiliki potensial untuk diolah menjadi suatu produk. Kulit durian memiliki kandungan selulosa yang tinggi (50-60%), lignin (5%) dan pati (5%) (Kurniawan W, Arifan M, & Adim, 2013). Oleh karena kandungan selulosa yang

tinggi, maka kulit durian dapat dijadikan bahan pembuatan CMC (Dini, Rahim, & Sikanna, 2017)

Dari data Kementerian Pertanian Direktorat Jendral Hortikultura produksi buah durian di Indonesia mencapai 859.118 ton/tahun. Untuk wilayah Sumatra saja mencapai 283.309 ton/tahun. Provinsi dengan produksi tertinggi yaitu Sumatra Utara 80.441 ton/tahun, disusul Sumatra Barat 58.343 ton/tahun, dan Riau 10.202 ton/tahun (Kementerian & Pertanian, 2015).

Bagian buah yang dapat dimakan (persentase bobot daging buah) tergolong rendah yaitu hanya 20,52%. Hal ini berarti ada sekitar 79,08% yang merupakan bagian yang tidak dimanfaatkan untuk dikonsumsi seperti kulit dan biji durian (Juariah, 2016). Pada saat musim buah durian, maka masalah lingkungan pun terjadi akibat dari limbah kulit itu sendiri yang dianggap tidak memiliki nilai ekonomis (Fauzi, Puspitawati, & Dewi, 2017). Dengan banyaknya kulit durian yang terbuang sia-sia maka besar potensi untuk pemanfaatan kulit durian tersebut.

Manfaat dari penggunaan limbah kulit durian karena memiliki berbagai daya guna dan nilai ekonomi yang tinggi (Marlinawati & Yusuf, 2017). Kulit durian mempunyai berbagai macam komponen sel salah satunya selulosa (Amaliah, 2014) sehingga bagus untuk dimanfaatkan menjadi CMC.

Berdasarkan uraian di atas maka CMC kulit durian yang ditambahkan ke dalam lumpur pemboran dalam jumlah berbeda akan mengakibatkan perubahan dalam *rheology* lumpur pemboran. CMC ini dapat meningkatkan kekentalan, penstabil emulsi, dan juga sebagai bahan pengikat (Wijayani, Ummah, & Tjahjani, 2010). CMC ini merupakan bahan berbasis polimer yang telah digunakan secara luas untuk mengatasi masalah kehilangan cairan. Kandungan unsur *Carbon* (C) dalam CMC dapat mempengaruhi volume filtrat (Taiwo, Joel, & Kazeem, 2011). Pada umumnya penambahan *additive* pada lumpur digunakan untuk mengontrol *rheology* dan *filtration loss*, salah satunya dengan penambahan CMC pada lumpur.

Melalui penelitian ini di harapkan CMC yang di tambahkan ke dalam lumpur akan meningkatkan *plastic viscosity*, *yield point*, dan juga *gel strength*. Selain itu CMC yang merupakan polimer akan mengurangi *filtration loss* karena bersifat *viscosifier*.

1.1 TUJUAN PENELITIAN

Adapun tujuan penelitian ini adalah:

1. Menganalisis pengaruh penambahan *additive* CMC kulit durian terhadap *filtration loss* pada lumpur pemboran.
2. Menganalisis pengaruh penambahan *additive* CMC kulit durian terhadap *Rheology* lumpur pemboran.
3. Menganalisis hasil uji laboratorium dengan menggunakan *software* minitab

1.2 MANFAAT PENELITIAN

Adapun manfaat penelitian ini adalah :

1. Mengurangi limbah dari kulit durian dengan memanfaatkannya sebagai bahan baku penelitian.
2. Dapat dijadikan rujukan bagi mahasiswa untuk melakukan penelitian selanjutnya.

1.3 BATASAN MASALAH

1. Pembahasan difokuskan pada pemanfaatan *additive* CMC kulit durian untuk mengetahui pengaruh terhadap *filtration loss* dan *rheology*.
2. Kulit durian yang digunakan diambil dari Jalan Soekarno-Hatta yang berasal dari Sumatera Barat.
3. Hanya terfokus pada penggunaan *software* minitab untuk menganalisis regresi linier dan korelasi dari hasil uji laboratorium.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Secara prinsip Islam tidak melarang manusia untuk memanfaatkan kekayaan alam yang telah Allah SWT sediakan untuk manusia sebagaimana yang telah dimanifestasikan dalam QS. al-Hijr ayat 19-20 berikut ini:

Dan Kami telah menghamparkan bumi, dan Kami menjadikan padanya gunung-gunung, serta Kami tumbuhkan di sana segala sesuatu menurut ukuran. Dan Kami telah menjadikan padanya sumber-sumber kehidupan, untuk keperluanmu, dan (Kami ciptakan pula) makhluk-makhluk yang bukan kamu pemberi rezekinya.

Lingkungan hidup sebagai sumber daya mempunyai regenerasi dan asimilasi yang terbatas selama eksploitasi atau penggunaannya di bawah batas daya regenerasi atau asimilasi, maka sumber daya terbaharui dapat digunakan secara lestari. Akan tetapi apabila batas itu dilampaui, sumber daya akan mengalami kerusakan dan fungsinya sebagai faktor produksi dan konsumsi atau sarana pelayanan akan mengalami gangguan (Mugiyati, 2016)

2.1 RHEOLOGY LUMPUR PEMBORAN

Rheology (perilaku) fluida pemboran adalah suatu kondisi yang dialami oleh fluida pemboran selama proses aliran fluida berlangsung. *Rheology* lumpur pemboran meliputi sifat aliran dan jenis fluida pemboran (Novrianti & Mursyidah, 2017). *Rheology* lumpur pemboran merupakan tolak ukur sifat dasar lumpur yang berguna untuk menggambarkan kemampuan lumpur dalam menanggulangi masalah-masalah tertentu pada saat pemboran dilaksanakan, berikut merupakan *rheology* lumpur menurut (Rubiandini, 2010).

2.1.1. *Plastic Viscosity* (μ_p)

Plastiv Viscosity adalah tahanan fluida terhadap aliran atau gerakan yang disebabkan oleh adanya gesekan antara partikel pada fluida yang mengalir. *Viscosity* menyatakan kekentalan dari lumpur bor, dimana *viscosity* lumpur

memegang peranan dalam pengangkatan serbuk bor atau *cutting*. Bila lumpur tidak cukup kental maka pengangkatan serbuk bor kurang sempurna dan akan mengakibatkan serbuk bor tertinggal dalam lobang bor sehingga menyebabkan rangkaian pipa bor akan terjepit (Pradirga, Zabidi, & Rosyidan, 2016). Nilai *plastic viscosity* yang sesuai spesifikasi adalah 10-15 cp (Satiyawira, 2018).

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

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

2.1.2. Yield Point (Y_p)

Yield Point adalah bagian dari resistensi untuk mengalir oleh gaya tarik-menarik antar partikel. Gaya tarik menarik ini disebabkan oleh muatan-muatan pada permukaan partikel yang didispersi dalam fasa fluida. *Yield point* merupakan gaya dinamic yang menahan *cutting* agar tidak kembali jatuh ke dasar sumur pada saat sirkulasi lumpur sedang berlangsung. *Yield point* dalam 100 lb/ft² diperoleh secara langsung dari pengukuran dengan alat *Fann VG Meter* (Rubiandini, 2010).

Penelitian penambahan *additive* terhadap *Yield Point* sebelumnya pernah dilakukan oleh (Rahmad, 2018) dengan menambahkan CMC pisang angka pada lumpur, dengan massa 1g-7gr didapatkan hasil -2,5 lb/ft² – 1 lb/ft².

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

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

2.1.3. Gel Strength (GS)

Gel Strength ialah tahanan *gel/lapisan film* yang berfungsi menahan *cutting* pada kondisi *static* pada saat proses *round trip* dilakukan. Fungsi *gel strength* dalam lumpur pemboran adalah menahan *cutting* dan pasir dalam suspensi sewaktu sirkulasi lumpur dihentikan (Fitrianti, 2017). Harga *gel strength* dalam 100 lb/ft² diperoleh secara langsung dari pengukuran dengan alat *Fann VG Meter*. Simpangan skala penunjuk akibat digerakkannya rotor pada kecepatan 3 RPM, langsung menunjukkan harga *gel strength* 10 detik atau 10 menit dalam 100 lb/ft² (Richa, Khalid, & Novrianti, 2018).

Penelitian penambahan *additive* terhadap *Gel Strength* sebelumnya pernah dilakukan oleh (Dedi, 2019) dengan menambahkan pati jagung pada lumpur, dengan penambahan massa 2gr-10gr didapatkan hasil 0,2 lb/ft² – 0,54 lb/ft².

2.2 FILTRATION LOSS

Filtration merupakan suatu *filtrate* yang hilang dari komponen cair system lumpur pemboran yang masuk ke dalam formasi yang ditembus oleh mata bor. Pengaruh dari *filtrate* ini adalah menyebabkan *formation damage* dan *swelling* dan mengurangi diameter lubang bor akibat adanya *mudcake* tersebut. Ketika terjadi kontak antara lumpur pemboran dengan batuan porous, batuan tersebut akan bertindak sebagai saringan yang memungkinkan fluida dan partikel-partikel kecil melewatinya. Fluida yang hilang ke dalam batuan tersebut disebut *filtrate*. Sedangkan lapisan partikel-partikel besar tertahan dipermukaan batuan disebut *filter cake*. Pada dasarnya ada dua jenis *filtration* yang terjadi selama operasi pemboran yaitu *static filtration* dan *dynamic filtration*. *Static filtration* terjadi jika lumpur berada dalam keadaan diam dan *dynamic filtration* terjadi ketika lumpur disirkulasikan. (N. Suhascaryo, R. Rubiandini, 2001).

Apabila *filtration loss* dan pembentukan *mud cake* tidak dikontrol maka ia akan menimbulkan berbagai masalah, baik selama operasi pemboran maupun dalam evaluasi formasi dan tahap produksi. *Mud cake* yang tipis akan merupakan bantalan yang baik antara pipa pemboran dan permukaan lubang bor. *Mud cake* yang tebal akan menjepit pipa pemboran sehingga sulit diangkat dan diputar sedangkan filtrat yang masuk ke formasi dapat menimbulkan *damage* pada formasi (Arif, Buntoro, & S, 2001).

Standar prosedur yang digunakan dalam pengukuran volume *filtration loss* dan tebal *mud cake* untuk *static filtration* adalah API Spec 13A untuk LPLT (*low pressure - low temperature*). Lumpur ditempatkan dalam silinder standar yang bagian dasarnya dilengkapi kertas saring dan diberi tekanan sebesar 100 psi dengan lama waktu pengukuran 30 menit. Volume filtrat ditampung dengan gelas ukur dengan satuan *cubic centimeter* (cc) (API Spec 13A, 2015).

2.3 KULIT DURIAN

Tanaman durian (*Durio zibethinus Murr*) termasuk dalam famili Bombaceae yang dikenal sebagai buah tropis basah asli Indonesia dan juga disebut sebagai raja buah (Endang, Nandariyah, & Bukka, 2018). Tanaman durian merupakan buah asli Indonesia yang menempati posisi ke-4 buah nasional dengan produksi yang tidak merata sepanjang tahun. Dari data Kementerian Pertanian Direktorat Jendral Hortikultura produksi buah durian di Indonesia mencapai 859.118 ton/tahun, dimana untuk wilayah Sumatra saja mencapai 283.309 ton/tahun, provinsi dengan produksi tertinggi yaitu Sumatra Utara 80.441 ton/tahun, disusul Sumatra Barat 58.343 ton/tahun, Riau 10.202 ton/tahun (Kementerian & Pertanian, 2015).

Tanaman durian (*Durio zibethinus Murr*), merupakan salah satu jenis buah-buahan yang produksinya melimpah. Buah durian disebut juga *The King of Fruit* sangat digemari oleh berbagai kalangan masyarakat karena rasanya yang khas. Bagian buah yang dapat dimakan (persentase bobot daging buah) tergolong rendah yaitu hanya 20,52%. Hal ini berarti ada sekitar 79,08% yang merupakan bagian yang tidak dimanfaatkan untuk dikonsumsi seperti kulit dan biji durian (Fauzi, Puspitawati, & Dewi, 2017).

Kulit durian secara proporsional mengandung unsur selulose yang tinggi (50-60 %) dan kandungan lignin (5 persen) serta kandungan pati yang rendah (5 persen) (Dini et al., 2017) sehingga dapat diindikasikan bahan tersebut bisa digunakan sebagai campuran bahan baku papan olahan serta produk lainnya yang dimampatkan.

Kandungan selulosa yang tinggi menjadikan kulit durian dapat dijadikan bahan baku pembuatan bubuk selulosa. Selulosa dapat dimanfaatkan menjadi papan olahan, *cellulose powder*, selulosa asetat, *carboxymethyl cellulose* (CMC), nitro selulosa, *nanocrystalline cellulose* dan lain-lain tergantung dari kadar α selulosanya.

Tabel 2.1. Komposisi kimia kulit Durian

Senyawa	Persentase (%)
Hemiselulosa	13,09
Selulosa	60,45
Lignin	15,45
Abu	4,35

Sumber : (Dwi, Harun, & Lois, 2015)

2.4 SELULOSA

Selulosa merupakan biopolimer yang berlimpah di alam yang bersifat dapat diperbaharui, mudah terurai, tidak beracun, dan juga merupakan polimer. Polimer alami adalah polimer yang dihasilkan dari monomer organik seperti pati, karet, selulosa dan lignin (Coniwanti, Laila, & Alfira, 2014). Selulosa telah dipergunakan sejak 150 tahun yang lalu dalam berbagai aplikasi, seperti makan, pengental, produksi kertas, *biomaterial*, dan dalam bidang kesehatan. Modifikasi yang dapat dipergunakan pada bidang selulosa ini dapat diperluas untuk diteliti dikarenakan sifat dari selulosa sebagai agen *coating*, *laminating*, *film optic*, dan *adsorben agen*.

Penelitian pembuatan CMC dari kulit durian telah dilakukan sebelumnya oleh (Dini et al., 2017), Proses delignifikasi menggunakan serbuk kulit durian dengan ukuran 60 mesh, hasil delignifikasi diperoleh nilai senyawa selulosa sebesar 36,57%. Proses penghilangan zat pengotor serbuk kulit durian menggunakan NaOH 10% dan direndam selama 24 jam, penelitian ini dilakukan untuk menghasilkan CMC dengan karakteristik sesuai dengan standar yang berlaku.

Pada penelitian lainnya menggunakan CMC dari sekam padi oleh (Akbar, 2018), Pada proses ini *sample* di rendam dalam larutan NaOH selama 2 jam dengan suhu 120°C untuk 50 gr sekam padi, lalu menambahkan zat kimia H₂O₂ untuk memutihkan *sample* yang telah berwarna gelap karna proses *delignification* sekaligus menghancurkan *lignin* diperoleh, kemudian memberikan NaOH 9%, yang bertujuan untuk memastikan *lignin* yang berukuran besar dan tebal masih lolos dari tahapan sebelumnya dengan takaran 350 ml, lalu campuran *Acetic Acid* 100% sebanyak 100 ml dan HCL 100% sebanyak 100 ml. Kimia ini bertugas untuk merubah selulosa dari sifat padat menjadi serabut-serabut halus, terakhir *neutralizer* ini terbagi atas campuran larutan *Ethanol* 100 ml, *Methanol* 100 ml, dan *Acetic Acid*

100 ml selama 2 jam perendaman nilai *plastic viscosity* dengan massa 2 gr dengan nilai 3,5 cp, massa 4 gr dengan nilai 4 cp, massa 6 gr dengan nilai 6 cp. Nilai *yield point* yang diperoleh dengan rentang nilai 2-6 gr yaitu 1 lb/100 ft². Dan nilai *gel strength* yang diperoleh dengan massa 2 gr dengan nilai 0,5 lb/100 ft², massa 4 gr dan 6 gr dengan nilai 0,6 lb/100 ft².

Pada penelitian lainnya menggunakan CMC dari ampas tebu oleh (Muchty, 2018) diperoleh nilai *plastic viscosity* dengan massa 2 gr dengan nilai 5 cp, massa 3 gr dengan nilai 6 cp, massa 4 gr dengan nilai 6,5 cp, massa 5 gr dengan nilai 7. Nilai *yield point* yang diperoleh dengan rentang nilai 2-6 gr yaitu 10-12 lb/100 ft². Dan nilai *gel strength* yang diperoleh dengan massa 2-6 gr dengan nilai 3 - 5,3 lb/100 ft².

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. 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

EDX atau EDS atau EDAX (*Energy Dispersive X-ray Spectroscopy*) 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, Edhiwahyuni, & Eko, 2016).

Pengujian EDS *sample* kulit durian 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 Kulit Durian

<i>Element</i>	<i>Persentase %</i>
C	73,50
O	26,19

Sumber : EDS Institut Teknologi Bandung

Dengan analisis EDS dihasilkan adanya komposisi unsur bahan yang dominan dalam bahan kulit durian unsur tersebut adalah *Carbon* (C) dengan persentase yang dominan (Febriantoko & Heri, 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 METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini akan menyampaikan tentang metode penelitian di laboratorium Teknik Perminyakan Universitas Islam Riau. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui perbandingan *rheology* CMC Kulit Durian dengan CMC Industri pada lumpur pemboran.

3.1 LOKASI DAN WAKTU PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Pemboran Fakultas Teknik Perminyakan Universitas Islam Riau. Penelitian dilakukan selama dua bulan yaitu pada bulan September sampai Oktober.

Tabel 3.1 Jadwal Penelitian Tugas Akhir

Kegiatan	Bulan ke 1				Bulan ke 2			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Pengumpulan Literatur								
Pengumpulan Kulit Durian								
Pembuatan CMC Kulit Durian								
Pengujian <i>rheology</i> dan <i>filtration loss</i>								
Analisis Hasil								

3.2 JENIS DATA

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

3.3 SAMPEL PENELITIAN

Sampel yang didapat dari pedagang buah durian yang ada di jalan Soekarno Hatta dan jalan Jendral Sudirman. Proses pemilihan kulit durian dengan kualitas yang sangat baik.



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.4 ALAT DAN BAHAN PENELITIAN

3.4.1 Alat Penelitian

Persiapan dan bahan pengujian merupakan proses awal yang dilakukan sebelum penelitian dimulai, dilanjutkan dengan pengolahan Kulit Durian hingga menjadi CMC yang memiliki *rheology* yang baik dan dapat digunakan, dilanjutkan dengan pengujian sifat fisik dan *rheology* lumpur standar, lumpur standart + CMC dan zat *additive*, dan proses akhir adalah menganalisis keseluruhan pengujian dalam suatu laporan penelitian. Berikut alat pada penelitian :

1. Blender

Blender berguna untuk menghaluskan kulit durian pada proses pembuatan CMC.



Gambar 3.2 Blender

2. *Mud Balance*

Fungsi : Untuk mengukur densitas lumpur selama penelitian



Gambar 3.3 Mud Balance

3. *Mud Mixer*

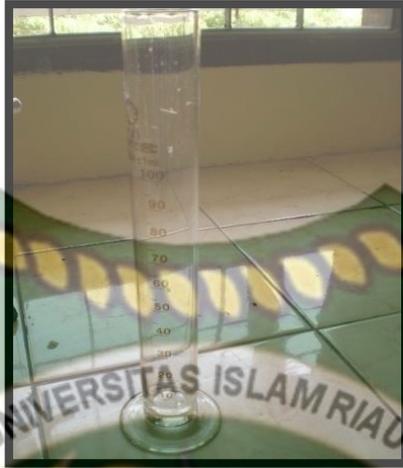
Fungsi : pencampur/ pengaduk media lumpur.



Gambar 3.4 Mud Mixer

4. Gelas Ukur

Fungsi : Untuk mengukur kadar volume filtrat atau zat cair lainnya.



Gambar 3.5 Gelas Ukur

5. Timbangan *Digital*

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



Gambar 3.6 Timbangan Digital

6. Jangka Sorong

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



Gambar 3.7 Jangka Sorong

7. *Fann VG Meter*

Fungsi : Untuk mengukur rheologi lumpur berupa *Plastic Viscosity*, *Yield Point*, dan *Gel Strength*.



Gambar 3.8 Fann VG Meter

8. *Marsh Funnel*

Fungsi : Untuk mengukur laju alir lumpur per 1 *quart*



Gambar 3.9 Marsh Funnel

9. *Stopwatch*

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



Gambar 3.10 *Stopwatch*

10. *Sieve*

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



Gambar 3.11 Sieve

11. LPLT (*Low Pressure Low Temperature*)

Fungsi : Untuk menganalisis ukuran *mud cake* dan volume filtrat pada kondisi lumpur tertentu.



Gambar 3.12 LPLT

12. *Filter Paper*

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



Gambar 3.13 *Filter Paper*

13. *Oven*

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



Gambar 3.14 *Oven*

3.4.2 Bahan

1. Air

Air merupakan bahan utama sebagai pembuatan lumpur. Untuk pembuatan lumpur air yang digunakan sebanyak 350 ml

2. Bentonite

Bentonite merupakan salah satu bahan pembuatan lumpur. untuk pembuatan lumpur bentonite yang digunakan sebanyak 22,5 gr

3. CMC Industri

CMC Industri merupakan *additive* tambahan untuk meningkatkan *rheology* (*plastic viscosity, yield point, gel strength*) lumpur pemboran. Komposisi yang digunakan 2gr, 3gr, 4gr, 5gr, 6gr.

4. CMC Kulit Durian

Bahan utama yang disiapkan sebelum melakukan penelitian adalah kulit durian sebagai bahan dasar pembuatan CMC. Kulit durian yang digunakan peneliti didapatkan dari penjual Durian yang ada di jalan Soekarno Hatta dan jalan Jendral Sudirman Kota Pekanbaru.



Gambar 3.15 Kulit Durian

Kulit Durian yang telah ada, kemudian diolah menggunakan teknik pengolahan CMC yang dilakukan (Koh, 2013), setelah selesai proses yang terakhir ialah proses *Sieve analysis* yang digunakan adalah alat yang terdapat di Laboratorium Teknik Perminyakan Universitas Islam Riau. CMC kulit durian ditambahkan dengan komposisi 2gr, 3gr, 4gr, 5gr, 6gr

3.5 PROSEDUR PENELITIAN

3.5.1 Pembuatan CMC dari Kulit Durian

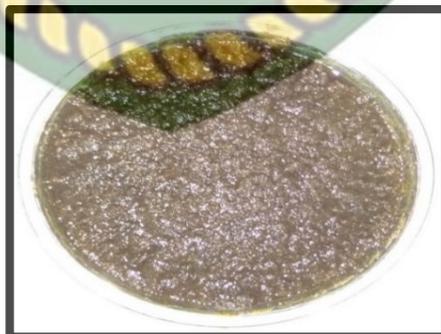
Prosedur pembuatan CMC bersumber dari (Koh, 2013) sebagai berikut :

- 1 Mempersiapkan Kulit durian dan membersihkannya dari zat pengotor.



Gambar 3.16 Kulit Durian Yang Telah Di Blender

- 2 Melakukan proses *Delignification* dengan melakukan perendaman kulit durian 50 gr dengan larutan NaOH 15% pada 350 ml air dan dipanaskan di dalam oven dengan suhu 200°C selama 2 jam, setelah itu dilakukan pencucian, pengeringan bahan hingga bersih dan setengah kering. Proses ini menggunakan takaran persen dikarenakan setiap *sample* tumbuhan memiliki kadar *lignin* berbeda, pada ampas tebu ini peneliti menggunakan 10%, 15%, 20%, 25%,. Peneliti memilih menggunakan 15% di karenakan beberapa faktor di antaranya tingkat kehalusan *sample*, jumlah *sample*, dan efesiensi bahan kimia. Pada penelitian ini *sample* yang digunakan menggunakan NaOH 15% dikarenakan perubahan dari 15% s/d 25% tingkat kehalusan *sample* tetap namun jumlah *sample* cenderung berkurang dan pengurangan jumlah sample akan terus meningkat ketika persen NaOH ditingkatkan sehingga peneliti memilih kadar NaOH 15% sebagai kadar terbaik dalam proses ini.



Gambar 3.17 Kulit Durian Dalam Larutan NaOH 15%

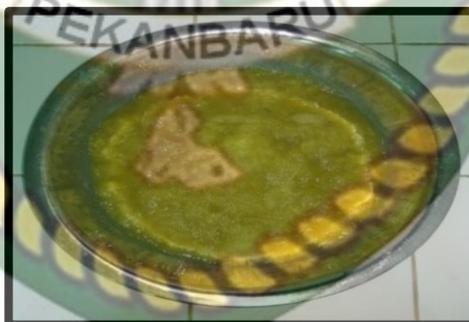
- 3 Melakukan proses *Bleaching-Puling* kulit durian tersebut dengan larutan H₂O₂ secukupnya selama 2 jam (perhatikan proses kimia tersebut apabila telah mencapai reaksi puncak lakukan pencucian seketika dengan air) , setelah itu

dilakukan pencucian, pengeringan bahan hingga bersih dan setengah kering. Tahapan ini untuk memutihkan *sample* yang telah berwarna gelap karena proses *delignification* sekaligus menghancurkan *lignin* yang masih berukuran besar.



Gambar 3.18 Kulit Durian Setelah Diberikan Larutan H_2O_2

- 4 Melakukan proses *Alkali* kembali dengan menggunakan larutan NaOH 9% pada 350 ml air pada kulit durian tersebut selama 2 jam, setelah itu dilakukan pencucian, pengeringan bahan hingga bersih dan setengah kering. Tahapan ini bertujuan untuk memastikan lignin yang berukuran besar dan tebal masih lolos dari tahapan sebelumnya.



Gambar 3.19 Kulit Durian Pada Larutan NaOH 9%

- 5 Melakukan proses *Mercerization* dengan larutan *Monochloride Acetic Acid* dengan Komposisi HCL 100% (banyak larutan HCL dan Ac.Acid yang diberikan sama rata yaitu 50% : 50% masing-masing) pada kulit durian selama 2 jam, setelah itu dilakukan pencucian, pengeringan bahan hingga bersih dan setengah kering. ini bertugas untuk mengembangkan Selulosa dari sifat padat menjadi serabut-serabut halus yang dapat diamati ketika proses ini selesai

- 6 Melakukan proses *Neutralization* (*Ethanol 30%+Methanol 30%+Acetic Acid 30%*), dikarenakan proses sebelumnya menggunakan asam yang kuat, larutan dimasukkan secukupnya kedalam kulit durian selama 2 jam perendaman, setelah itu dilakukan pencucian, pengeringan bahan hingga bersih dan setengah kering. Sebelum dilakukan *Neutralization* nilai pH 5, setelah dilakukannya *Neutralization* nilai pH yang didapat 7.



Gambar 3.20 Proses *Neutralizer*

- 7 Melakukan proses pengeringan menggunakan oven dengan suhu 100°C selama 2 jam.



Gambar 3.21 Kulit Durian Dalam Keadaan Kering

- 8 Melakukan proses *First Sieving* menggunakan Blender biasa hingga bahan kulit durian setengah halus.
- 9 Melakukan proses *Grinding* dengan saringan besi hingga kulit durian halus.
10. Melakukan proses *Sieving* dengan ukuran 100 s/d 200 mesh.
11. Ulangi Prosedur diatas untuk mempersiapkan CMC Kulit Durian.

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 CMC kulit durian dengan massa yang sudah ditentukan 2,3,4,5 dan 6 gram.
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 3.22 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 diatas 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 didalam 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 diatas untuk mencari nilai persimpangan 10 menit langi langkah kerja diatas 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 dibawah 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

Bab ini akan menjelaskan hasil penelitian mengenai uji *rheology* lumpur pemboran dan *filtration loss* dengan pemanfaatan CMC kulit durian sebagai alternatif pengganti CMC Industri, dengan komposisi penambahan 2, 3, 4, 5, 6 gram CMC Kulit Durian sehingga didapatkan hasil *rheology* dan *filtration loss*.

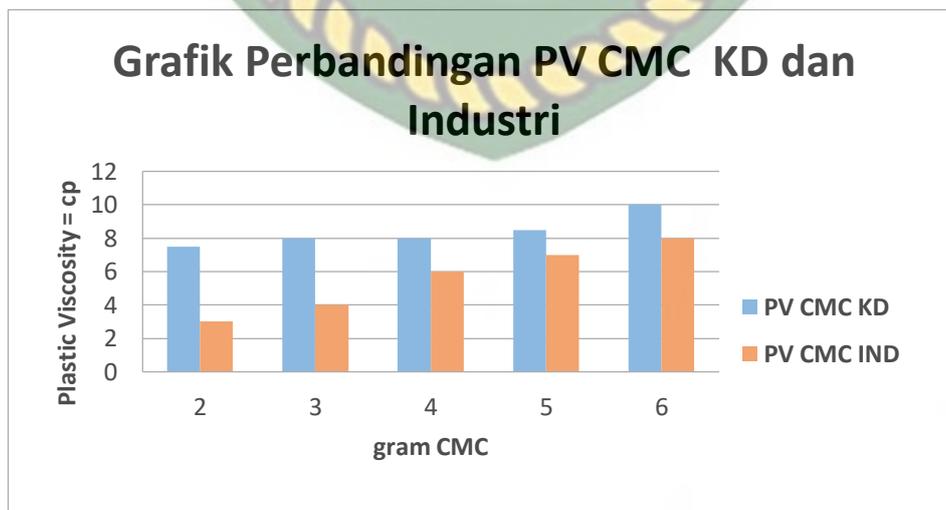
4.1 RHEOLOGY

4.1.1 *Plastic Viscosity*

Adapun nilai *Plastic Viscosity* CMC Industri dan CMC kulit durian yang diperoleh dapat dilihat pada tabel dan grafik berikut :

Tabel 4.1 Perbandingan Hasil Analisis *Plastic Viscosity* Lumpur.

No	gr	PV	
		CMC IND	CMC KD
1	2	3	7,5
2	3	4	8
3	4	6	8
4	5	7	8,5
5	6	8	10



Gambar 4.1 Grafik *Plastic Viscosity* Lumpur

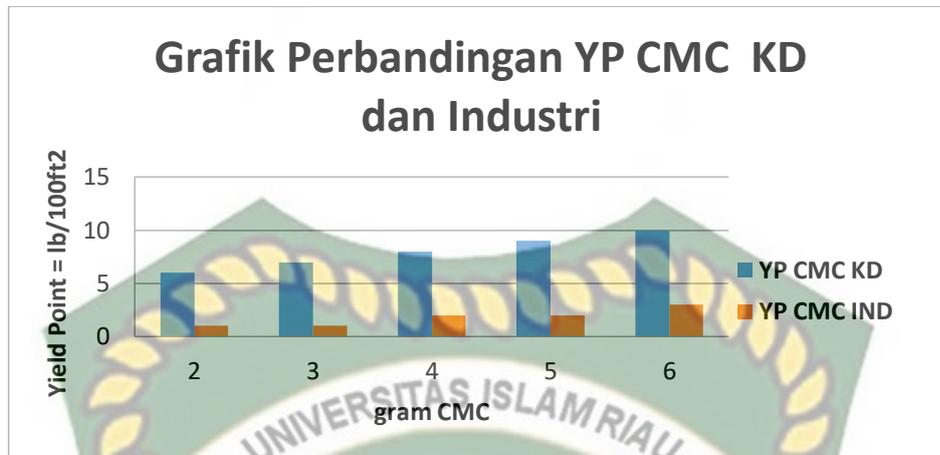
Dari hasil penelitian berikut, dapat dijelaskan bahwa semakin bertambah massa CMC kulit durian dan Industri pada lumpur standar, maka semakin naik *plastic viscosity* lumpur tersebut, peningkatan *rheology* lumpur pada *Plastic Viscosity* secara stabil dengan rentang kenaikan 7,5-10 cp dan telah memenuhi spesifikasi nilai *plastic viscosity* yaitu 10-15 cp (Satiyawira, 2018) kenaikan *plastic viscosity* disebabkan oleh sifat viscosifier (Talukdar, Kalita, Pandey, Dutta, & Singh, 2018). 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 (Hamid, 2017).

4.1.2 Yield Point

Adapun nilai *Yield Point* dengan penambahan CMC Kulit Durian dan CMC Industri yang diperoleh dapat dilihat pada tabel dan grafik berikut :

Tabel 4.2 Perbandingan Hasil Analisis *Yield Point* Lumpur.

No	gr	YP	YP
		CMC IND	CMC KD
1	2	1	6
2	3	1	7
3	4	2	8
4	5	2	9
5	6	3	10



Gambar 4.2 Grafik *Yield Point* Lumpur

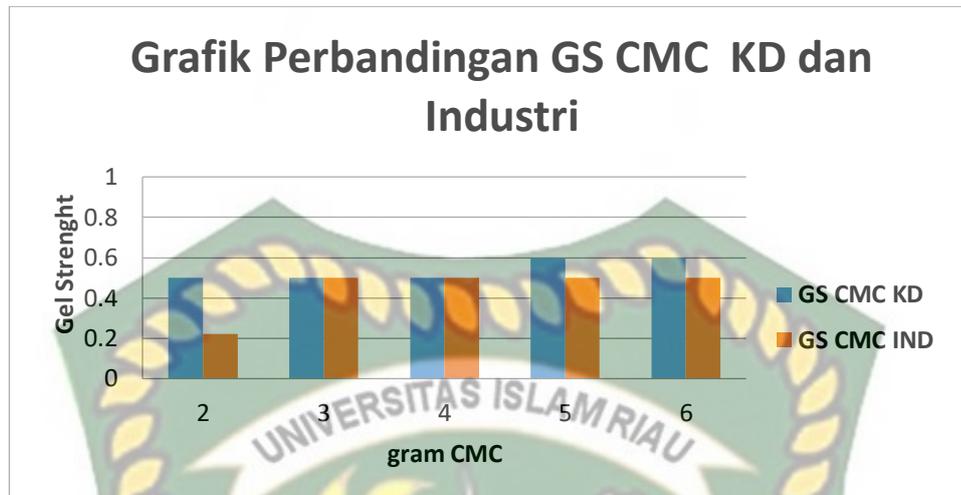
Gambar 4.2 menyatakan terjadinya penurunan nilai *yield point* pada komposisi CMC IND dengan penambahan 2 gr, 3gr, 4gr, 5gr dan 6gr CMC, dengan rentang nilai 3-1 lb/100 ft², hal tersebut di karenakan CMC industri telah mengalami proses alkalinisasi tingkat lanjut pada pabrik produksi dan berbentuk bubuk halus yang larut dalam air. Sedangkan nilai *yield point* pada CMC Kulit Durian mengalami kenaikan yang cukup stabil dengan rentang nilai 7-10 lb/100 ft².

4.1.3 Gel Strength

Adapun nilai *Gel Strength* CMC Kulit Durian dan CMC Industri yang diperoleh dapat dilihat pada tabel dan grafik berikut :

Tabel 4.3 Perbandingan Hasil Analisis *Gel Strength* Lumpur.

No	gr	GS	GS
		CMC IND	CMC KD
1	2	0.2	0,5
2	3	0.5	0,5
3	4	0.5	0,5
4	5	0.5	0,6
5	6	0.5	0,6



Gambar 4.3 Grafik *Gel Strength* Lumpur

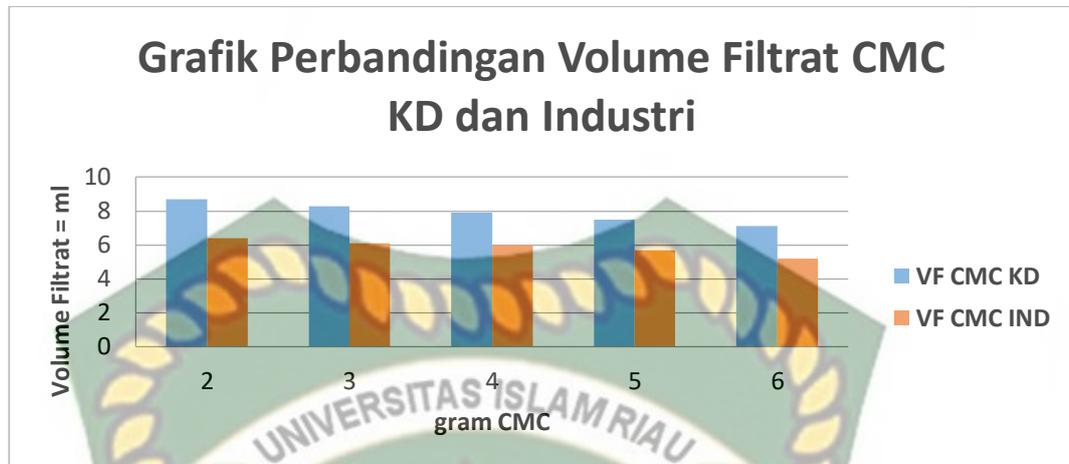
Pada grafik 4.3 sampel lumpur ditambah CMC Kulit Durian dengan penambahan 2gr - 6gr rentang nilai yang didapat 0,5 – 0,6 lb/100 ft², Sedangkan pada sampel lumpur ditambah CMC Industri dengan penambahan 2gr – 6gr rentang nilai yang didapat 0,2 – 0,5 lb/100 ft². *Gel Strength* dipengaruhi oleh nilai viskositas, meningkatnya viskositas maka *gel strength* meningkat.

4.2 FILTRATION LOSS

Berikut ini merupakan grafik perbandingan Volume filtrat lumpur menggunakan CMC industri dengan lumpur menggunakan CMC kulit durian.

Tabel 4.4 Perbandingan Hasil Analisis *Volume Filtrat* Lumpur.

No	gr	V.Filtrat	V.Filtrat
		CMC IND	CMC KD
1	2	6.4	8.7
2	3	6.1	8.3
3	4	6	7.9
4	5	5.7	7.5
5	6	5.2	7.1



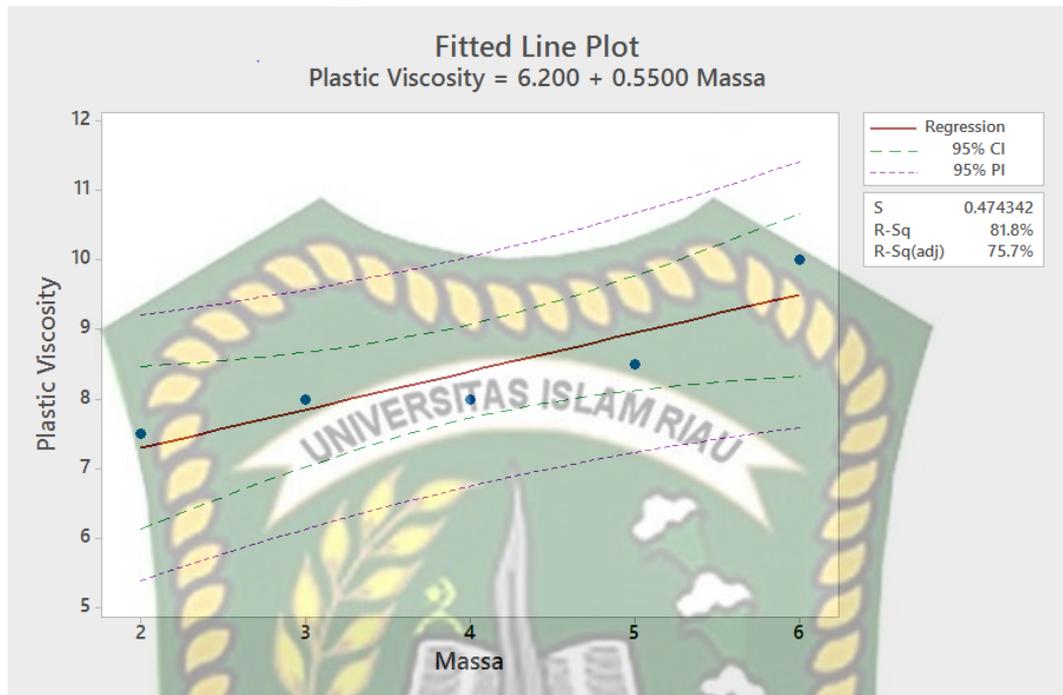
Gambar 4.4 Grafik *Volume Filtrat Lumpur*

Dari grafik pada gambar 4.4. Menunjukkan nilai volume filtrasi semakin menurun seiring bertambahnya massa dari CMC yaitu 8,1- 7,1 ml, dikarenakan bertambahnya massa CMC akan membuat sampel lumpur semakin kental karna CMC bersifat *filtration loss reducer* dan *viscosifier* (N. Suhascaryo, R. Rubiandini, 2001) , sehingga volume filtrat yang dihasilkan semakin berkurang. Nilai volume filtrate yang didapat dari CMC Kulit Durian berada dibawah 10 ml. Dimana untuk standar volume filtrate maksimal sebesar 10 ml (API Spec 13A, 2015).

4.3 ANALISIS REGRESI DAN KORELASI ANTARA PARAMETER UJI TERHADAP MASSA

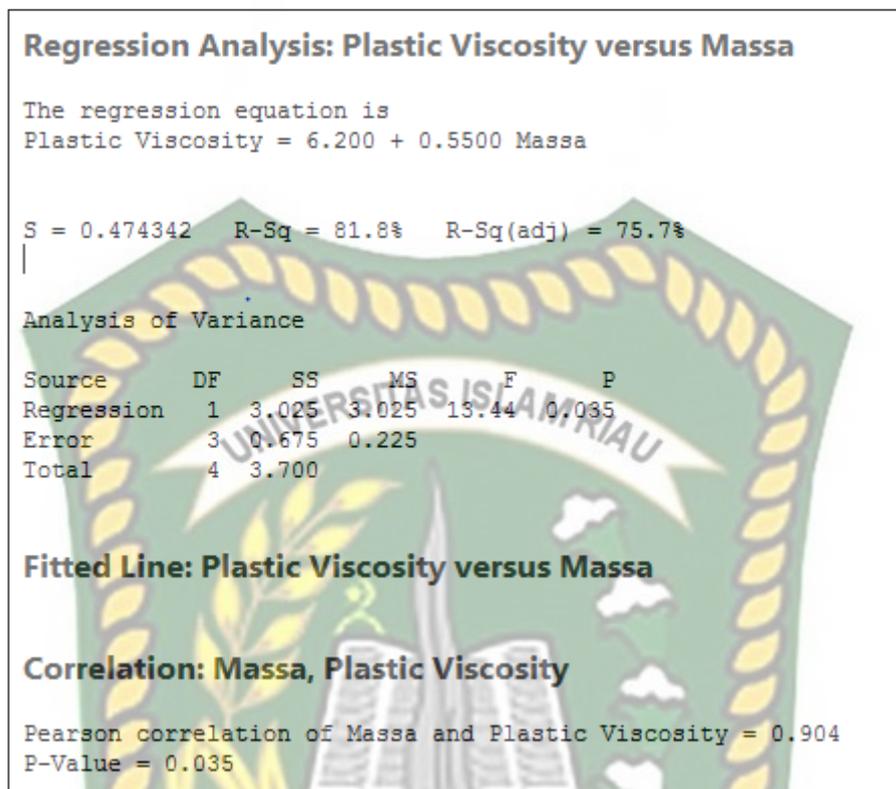
Dalam penelitian ini data yang didapat kemudian dianalisis menggunakan *software* Minitab dengan analisis regresi dan korelasi. Dalam penelitian ini analisis regresi dan korelasi dilakukan pada parameter uji yaitu *plastic viscosity*, *yield point*, *gel strength*, *filtration loss* terhadap konsentrasi cmc kulit durian.

4.3.1 *Plastic Viscosity*



Gambar 4.5 *fitted line plot* massa VS *plastic viscosity*

Dari gambar diatas pada penambahan cmc 2gr didapatkan nilai *plastic viscosity* sebesar 7,5cp terjadi peningkatan sampai dengan penambahan 6gr cmc sebesar 10cp. Semakin tinggi massa yang digunakan maka *plastic viscosity* yang didapat semakin tinggi.



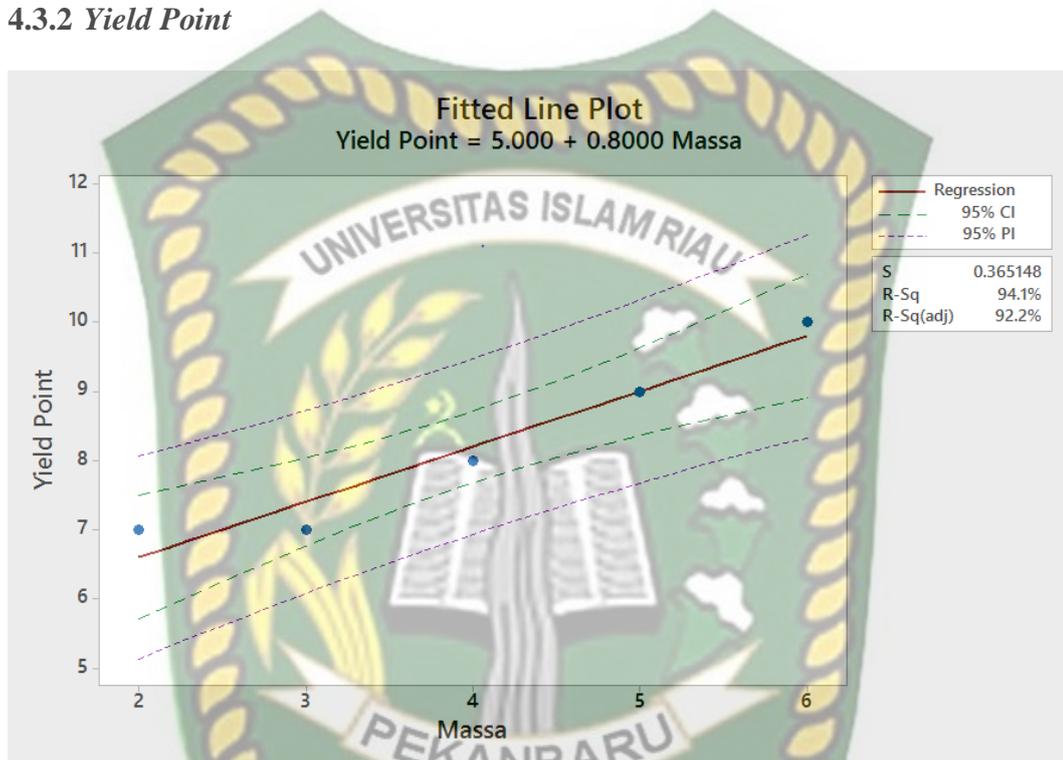
Gambar 4.6 Regression Analysis *plastic viscosity* VS Massa.

Dilihat pada *output software* di atas dalam *analysis of variance* diperoleh nilai p yaitu sebesar 0,035 yang artinya lebih kecil dari pada nilai kriteria signifikan yaitu digunakan *confidence level* sebesar 95% sehingga diperoleh nilai α sebesar 5% atau 0,05. Dalam pendekatan nilai probabilitas (*p-value*) jika nilai probabilitas (*p-value*) lebih kecil atau sama dari tingkat signifikansi (α) maka hipotesis nol diterima. Namun jika nilai probabilitas lebih besar dibandingkan tingkat signifikansi maka hipotesis nol ditolak (Rosmaini, 2016). Nilai *p-value* sebesar 0,035 yang artinya lebih kecil dari nilai signifikansi (α) yang artinya adanya perubahan yang signifikan pada perubahan massa tersebut dengan demikian model persamaan regresi berdasarkan data penelitian adalah signifikan artinya, model regresi linear memenuhi kriteria linearitas.

Kemudian di dapatkan nilai *R-sq (adj)* 75,7% yang artinya *variable plastic viscosity* dapat dijelaskan sebesar 75,7% oleh *variable* massa. Sisanya 24,3% dijelaskan oleh *variable* lain selain dari massa. Persamaan yang didapat adalah *plastic viscosity* = 6.200 + 0,5500 Massa, berarti kenaikan 1 massa memberikan

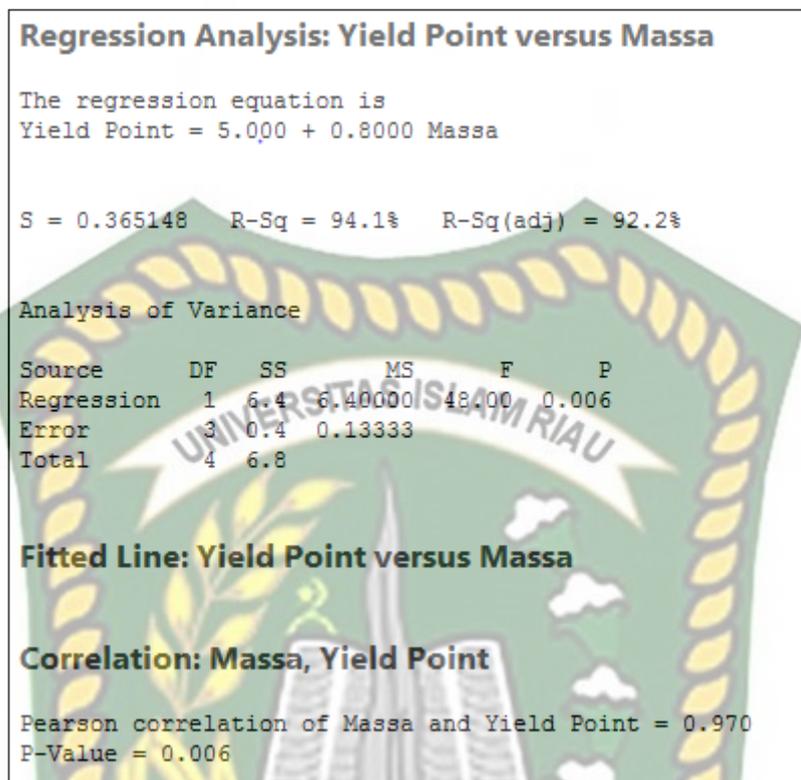
pengaruh positif terhadap *plastic viscosity* yaitu sebesar 0,5500. Dalam pengujian didapatkan nilai *correlations* sebesar 0,904 atau bernilai positif yang artinya kedua variabel meningkat bersama.

4.3.2 Yield Point



Gambar 4.7 fitted line plot massa VS Yield Point

Dari gambar diatas pada penambahan cmc 2gr didapatkan nilai *yield point* sebesar 7 lb/100ft² terjadi peningkatan sampai dengan penambahan 6gr cmc sebesar 10 lb/100ft².



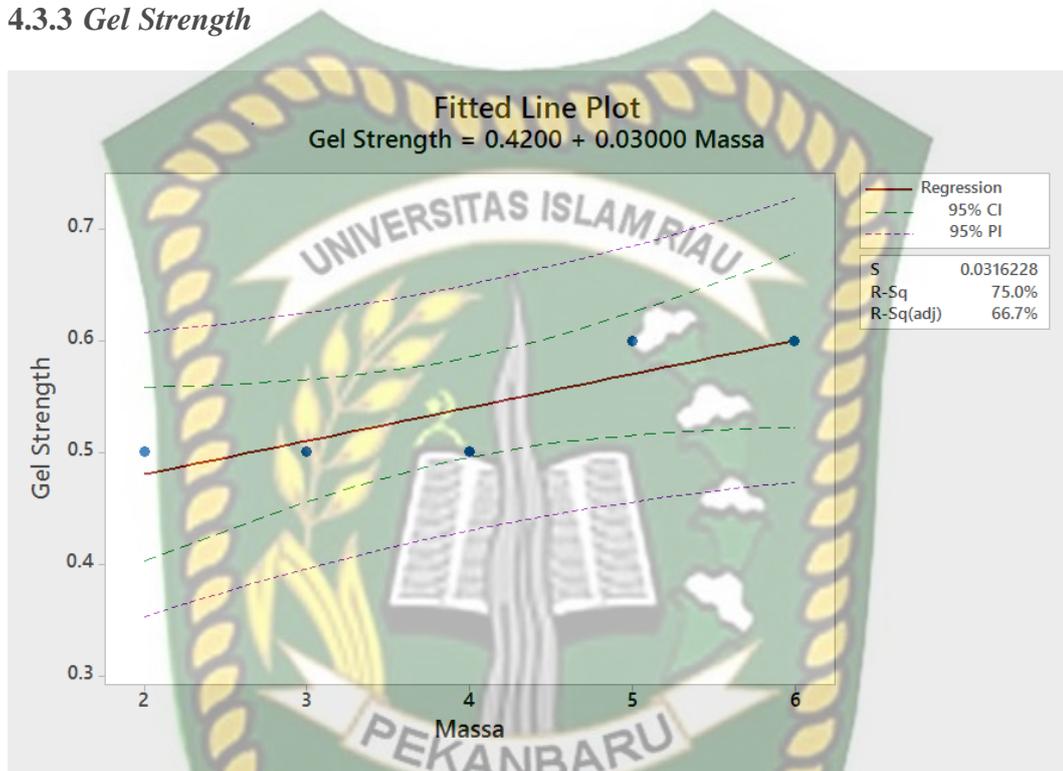
Gambar 4.8 Regression Analysis Yield Point VS Massa

Dilihat pada *output software* di atas dalam *analysis of variance* diperoleh nilai p yaitu sebesar 0,006 yang artinya lebih kecil dari pada nilai kriteria signifikan yaitu digunakan *confidence level* sebesar 95% sehingga diperoleh nilai α sebesar 5% atau 0,05. Dalam pendekatan nilai probabilitas (*p-value*) jika nilai probabilitas (*p-value*) lebih kecil atau sama dari tingkat signifikansi (α) maka hipotesis nol diterima. Namun jika nilai probabilitas lebih besar dibandingkan tingkat signifikansi maka hipotesis nol ditolak (Rosmaini & Prana, 2016). Nilai *p-value* sebesar 0,006 yang artinya lebih kecil dari nilai signifikansi (α) yang artinya adanya perubahan yang signifikan pada perubahan massa tersebut dengan demikian model persamaan regresi berdasarkan data penelitian adalah signifikan artinya, model regresi linear memenuhi kriteria linearitas.

Kemudian di dapatkan nilai *R-sq (adj)* 92,2% yang artinya *variable yield point* dapat dijelaskan sebesar 92,2% oleh *variable* massa. Sisanya 7,8% dijelaskan oleh *variable* lain selain dari massa. Persamaan yang didapat adalah *yield point* = 5.000 + 0,8000 Massa, berarti kenaikan 1 massa memberikan pengaruh positif

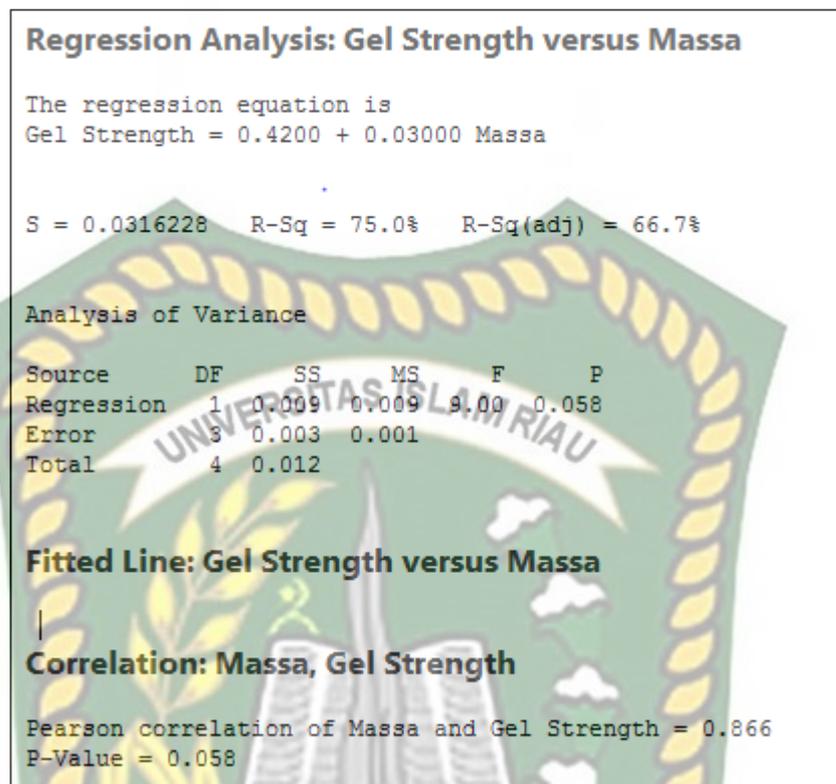
terhadap *yield point* yaitu sebesar 0,8000. Dalam pengujian didapatkan nilai *correlations* sebesar 0,970 atau bernilai positif yang artinya kedua variabel meningkat bersama.

4.3.3 Gel Strength



Gambar 4.9. *fitted line plot* massa VS Gel Strength

Dari gambar di atas didapatkan hasil dari gel strength dengan massa 2-4 gr sebesar 0,5 lb/100ft², terjadi peningkatan pada massa 5-6 gr sebesar 0,6 lb/100ft².



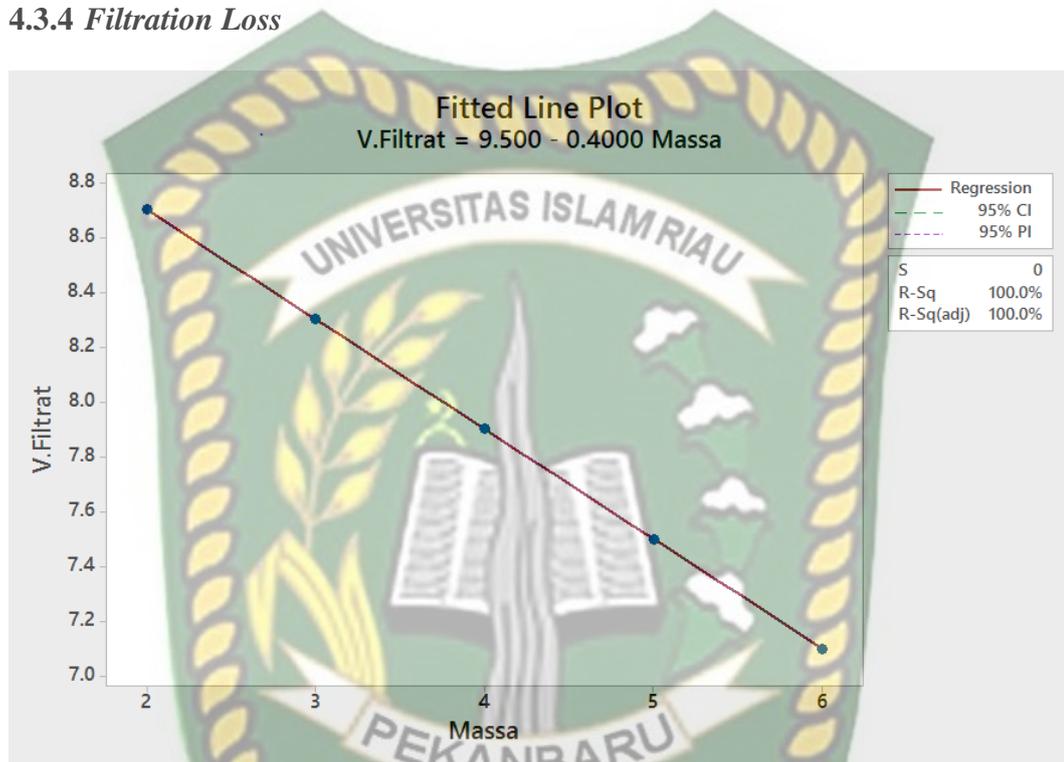
Gambar 4.10. *Regression Analysis Gel Strength VS Massa*

Dilihat pada *output software* di atas dalam *analysis of variance* diperoleh nilai p yaitu sebesar 0,058 yang artinya lebih kecil dari pada nilai kriteria signifikan yaitu digunakan *confidence level* sebesar 95% sehingga diperoleh nilai α sebesar 5% atau 0,05. Dalam pendekatan nilai probabilitas (*p-value*) jika nilai probabilitas (*p-value*) lebih kecil atau sama dari tingkat signifikansi (α) maka hipotesis nol diterima. Namun jika nilai probabilitas lebih besar dibandingkan tingkat signifikansi maka hipotesis nol ditolak (Rosmaini & Prana, 2016). Nilai *p-value* sebesar 0,058 yang artinya lebih kecil dari nilai signifikansi (α) yang artinya adanya perubahan yang signifikan pada perubahan massa tersebut dengan demikian model persamaan regresi berdasarkan data penelitian adalah signifikan artinya, model regresi linear memenuhi kriteria linearitas.

Kemudian di dapatkan nilai *R-sq (adj)* 66,7% yang artinya *variable gel strength* dapat dijelaskan sebesar 66,7% oleh *variable* massa. Sisanya 33,3% dijelaskan oleh *variable* lain selain dari massa. Persamaan yang didapat adalah *gel strength* = 0,4200 + 0,03000 Massa, berarti kenaikan 1 massa memberikan

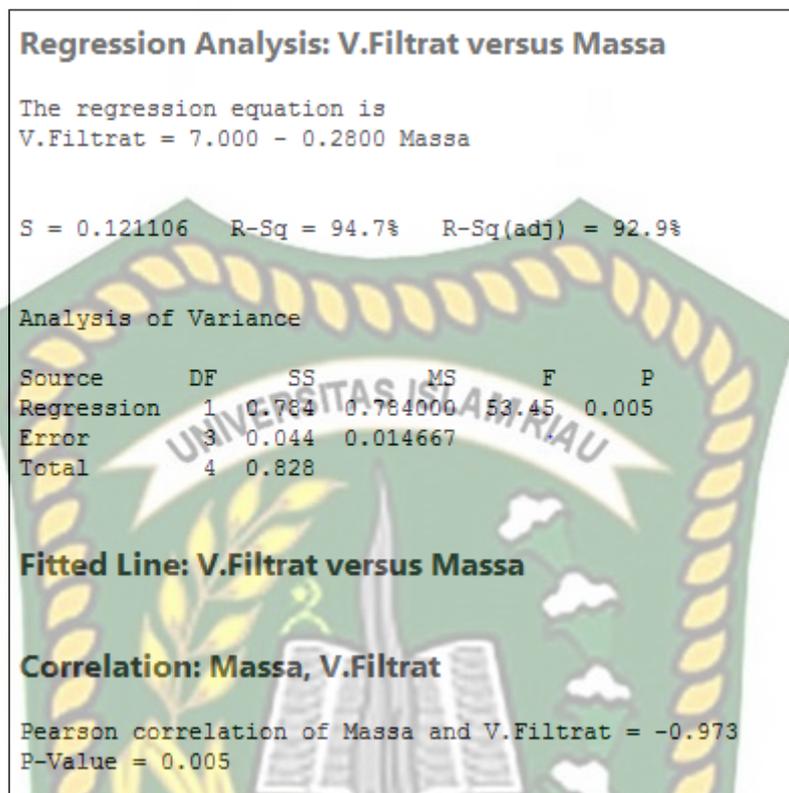
pengaruh positif terhadap *gel strength* yaitu sebesar 0,03000. Dalam pengujian didapatkan nilai *correlations* sebesar 0,866 atau bernilai positif yang artinya kedua variabel meningkat bersama.

4.3.4 Filtration Loss



Gambar 4.11. *fitted line plot* massa VS Volume Filtrat

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 yaitu dengan nilai 8,7 ml sedangkan nilai paling rendah pada sampel dengan penambahan massa cmc kulit durian 2 gram dengah hasil 7,1 ml.



Gambar 4.12. 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)* 92,9% yang artinya *variable filtration loss* dapat dijelaskan sebesar 92,9% oleh *variable* massa. Sisanya 7,1% dijelaskan oleh *variable* lain selain massa. Persamaan yang didapat adalah $filtration\ loss = 7000 - 0.2800 \text{ Massa}$ yang artinya apabila satu massa meningkat akan berpengaruh pada penurunan *filtration loss* sebesar 0,2800. Dalam pengujian

juga didapatkan nilai *correlations* sebesar -0,973 atau bernilai negatif yang artinya hanya satu variable yang cenderung meningkat *filtration loss*

Tabel 4.5 Analisis Regresi dan Korelasi antara Parameter Uji Terhadap Massa

Massa	Parameter Uji	Hasil Pengujian Software Minitab			
		P (Value)	R-Sq (adj)	Persamaan	Corelation
2	Plastic Viscosity Terhadap Massa	0,035	75,7 %	Plastic Viscosity = 6200 + 0,5500 Massa	0,904
3					
4					
5					
6					
2	Yield Point Terhadap Massa	0,006	92,2 %	Yield Point = 5000 + 0,8000 Massa	0,970
3					
4					
5					
6					
2	Gel Strength Terhadap Massa	0,058	66,7 %	Gel Strength = 0,4200 + 0,3000 Massa	0,866
3					
4					
5					
6					
2	Filtration loss Terhadap Massa	0,005	92,9 %	Filtration loss = 7000 - 0,2800 Massa	-0,973
3					
4					
5					
6					

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. KESIMPULAN

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

1. Dari hasil penelitian *rheology* menggunakan CMC Industri didapat nilai *plastic viscosity* dengan massa 2gr-6gr dengan nilai 3-8 cp dan *yield point* dengan massa 2gr-6gr didapat nilai 1-3 lb/100ft², sedangkan nilai *gel strength* dengan massa 2gr-6gr didapat nilai 0,2-0,5 lb/100 ft². Pada penelitian menggunakan CMC Industri didapat nilai *plastic viscosity* dengan massa 2gr-6gr dengan nilai 7,5-10 cp, dan *yield point* dengan massa 2gr-6gr dengan nilai 7-10 lb/100 ft²ati, dan nilai *gel strength* dengan massa 2gr-6gr dengan nilai 0,5-0,6 lb/100 ft². Semakin banyak penambahan CMC maka nilai yang didapat semakin besar
2. Penelitian ini pada sampel CMC Industri mendapatkan hasil volume filtrate pada *filtration loss* dengan massa 2gr-6gr sebanyak 6,4-5,2 ml sedangkan pada CMC kulit durian volume filtrate dengan massa 2gr-6gr sebanyak 8,7-7,1 ml. Semakin banyak penambahan massa CMC kulit durian maka nilai volume filtrat yang didapat dari *filtration loss* akan semakin berkurang karna lumpur semakin kental.
3. Pada penelitian 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 *plastic viscosity* = 6.200 + 0,5500 Massa, nilai *correlations* 0,904 dan p-value 0,035, persamaan *yield point* 5.000 + 0,8000 Massa, nilai *correlations* 0,970 dan p-value 0,006, persamaan *gel strength* 0,4200 + 0,03000 Massa, nilai *correlations* 0,866 dan p-value 0,058, persamaan *filtration loss* 7000-0,2800 Massa, nilai *correlations* -0,973 dan p-value 0,005

5.2. SARAN

Diharapkan kepada peneliti selanjutnya untuk melanjutkan penelitian pengaruh CMC kulit durian terhadap *Rheology* dan *Filtration Loss* Semen Pemboran.



DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, J. (2018). *Pemanfaatan CMC Dari Sekam Padi Sebagai Alternatif Pengganti CMC Industri Dan Pengaruhnya Terhadap Sifat Rheology Lumpur*. Universitas Islam Riau.
- Agwu, O., & Akpabio, J. (2018). Using Agro Waste Materials as Possible Filter Loss Control Agents in Drilling Muds: A Review.
- API Spec 13A. (2015). *Specification for Drilling Fluids Materials*. 2009(February 2010).
- API Specification 13A. (2015). *Specification for Drilling Fluids Materials*. 2009(July).
- Arif, L., Buntoro, A., & S, R. R. R. (2001). *Penelitian Sifat-Sifat Rheologi Lumpur Filtrasi Rendah Pada Temperatur Tinggi*. 3–5.
- Coniwanti, P., Laila, L., & Alfira, M. R. (2014). *Pembuatan Film Plastik Biodegradabel Dari Pemplastis Gliserol*. 20(4), 22–30.
- Dini, S., Rahim, E. A., & Sikanna, R. (2017). *Sintesis Karboksimetil Selulosa (Cmc) Dari Selulosa Kulit Durian (Durio Zibethinus)*. 3(April), 58–68.
- Dwi, A., Harun, P., & Lois, Y. (2015). *Potensi Limbah Kulit Durian Sebagai Bahan Baku Pembuatan Energi Alternatif*. 843–850.
- Endang, Y., Nandariyah, & Bukka, S. R. (2018). *Karakterisasi Durian (Durio zibenthinus) Ngrambe di Jawa Timur , Indonesia*. 33(2), 136–145.
- Fauzi, Puspitawati, & Dewi, M. (2017). *Pemanfaatan KomposKulit Durian untuk Mengurangi Dosis Pupuk N Anorganik pada Produksi Tanaman Sawi Hijau (Brassica juncea) Utilization Compost of Durian Shell to Reduce Dose of N Inorganic Fertilizer in Green Cabbage (Brassica juncea) Production . T*. 7(1), 22–30.
- Febriantoko, & Heri. (2011). *Karakteristik Campuran Karet Alam Dengan Pet*. 5, 6–10.
- Fitrianti. (2017). *Pengaruh Lumpur Pemboran Dengan Emulsi Minyak Terhadap Kerusakan Formasi Batu Pasir Lempungan*. 67–79.
- Hamid, A. (2017). *Petro sudah di index oleh Google Scholar dan ipi DAFTAR PUSTAKA*.
- Iscan, A., & Kok, M. (2007). Effects of Polymers and CMC Concentration on Rheological and Fluid Loss Parameters of Water-Based Drilling Fluids. *Energy Sources Part A-Recovery Utilization and Environmental Effects*, 29, 939–949. <https://doi.org/10.1080/00908310600713966>
- Karisa Ratih Natalia, Edhiwahyuni Setyowati, A. S. (2016). *Streuktur Mikro pada Beton Dengan Limbah Batu Onyx sebagai Penganti Agregat Kasar*.

- Kementrian, & Pertanian. (2015). *Statistik Produksi Hortikultura*.
- Koh, H. M. (2013). *Preparation And Characterization of Carboxymethyl Cellulose From Sugarcane Bagasse*. (May).
- Mugiyati. (2016). Hak Pemanfaatan Sumber Daya Alam Perspektif Hukum Islam. *Al-Jinayah: Jurnal Hukum Pidana Islam*, 2(2), 440–471. <https://doi.org/10.15642/aj.2016.2.2.440-471>
- N. Suhascaryo, R. Rubiandini, H. (2001). Studi Laboratorium Additif Temperatur Tinggi Terhadap Sifat-Sifat Rheologi Lumpur Pemboran. *Studi Laboratorium Additif Temperatur Tinggi Terhadap Sifat-Sifat Rheologi Lumpur Pemboran Pada Kondisi Dinamis*.
- Natalia, R., Edhiwahyuni, S., & Eko, A. S. (2016). *Struktur Pada Beton Limbah Batu ONYX Sebagai Pengganti Agregat Kasar*.
- Prabawati, & Wijaya. (2008). *Pemanfaatan Sekam Padi Dan Pelepah Pohon Pisang Sebagai Bahan Alternatif Pembuat Kertas Berkualitas*. IX(1), 44–56.
- Pradirga, G., Zabidi, L., & Rosyidan, C. (2016). *Studi Laboratorium Pengujian Fiber Mat Sebagai Loss Circulation Materials Dan Pengaruhnya Terhadap Sifat Rheology Lumpur Berbahan Dasar Minyak*. 1–11.
- 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).
- Richa, M., Khalid, I., & Novrianti. (2018). *Performance Analysis of Local Pekanbaru Bentonite for Reactive Solid Application of Mud Drilling*. 6(1), 23–32.
- Rosmaini, E. (2016). *Belajar Olah Data dengan SPSS, Minitab, R, Microsoft Excel, Eviews, Lisrel, Amos, dan Smartpls*.
- Rosmaini, E., & Prana, U. G. (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).
- Satiyawira, B. (2018). Pengaruh Temperatur Terhadap Sifat Fisik Sistem Low Solid Mud Dengan Penambahan Aditif Biopolimer Dan Bentonite Extender. *Journal Petro* 2018, 7(4), 144–151. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Subekti, P. (2016). *Perbandingan Perhitungan Matematis Dan SPSS Analisis Regresi*. (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*. 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.
- Wahyuni, T., Agoestanto, A., & Pujiastuti, E. (2018). *Analisis Regresi Logistik terhadap Keputusan Penerimaan Beasiswa PPA di FMIPA Unnes Menggunakan Software Minitab*. 1, 755–764.
- Widiatna, F., Satyawira, B., & Sundja, A. (2015). *Analisis Penggunaan Lumpur Pemboran Pada Formasi Gumai Shale Sumur K-13, S-14 Dan Y-6 Trayek 12 ¼” Cnooc Ses Ltd*. 361–367.
- Wijayani, A., Ummah, K., & Tjahjani, S. (2010). Characterization of Carboxy Methyl Cellulose (CMC) From *Eichornia crassipes* (Mart) Solms. *Indonesian Journal of Chemistry*, 5(3), 228–231. <https://doi.org/10.22146/ijc.21795>