

**PENGUNAAN TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT
SEBAGAI ADDITIVE CMC PENGANTI DARI CMC
INDUSTRI DAN PENGARUH TERHADAP
RHEOLOGY LUMPUR**

TUGAS AKHIR

Diajukan guna melengkapi syarat dalam mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

Ridwan

143210009



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

2019

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas akhir ini disusun oleh :

Nama : Ridwan

NPM : 143210009

Program Studi : Teknik Perminyakan

Judul Skripsi : Penggunaan Tandan Kosong Kelapa Sawit
Sebagai *Additive* CMC Pengganti Dari CMC
Industri dan Pengaruh Terhadap *Rheology*
Lumpur

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

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

Penguji : Hj. Fitrianti, ST., MT (.....)

Penguji : Richa Melysa, ST., MT (.....)

Diterapkan di : Pekanbaru

Tanggal :

Disahkan Oleh:

DEKAN
FAKULTAS TEKNIK

KETUA PROGRAM STUDI
TEKNIK PERMINYAKAN

Ir. H. Abdul Kudus Zaini, M.T., M.S.Tr

Dr. Eng. Muslim, M.T.

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir ini merupakan karya saya sendiri dan semua sumber yang tercantum di dalam baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar sesuai ketentuan. Saya bersedia dicabut gelar dan ijazah jika ditemukan data atau plagiat dari penulisan ini.

Pekanbaru, Agustus 2019

Ridwan

NPM 143210009



KATA PENGANTAR

Rasa syukur disampaikan kepada Allah SubhannawaTa'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 terimakasih kepada :

1. Orang tua Nurmansyah dan Sahrah, kakak Septika Sari S.E serta Adik M. Fitra Ramadhan atas segala doa dan kasih sayang, dukungan moril dan materil yang diberikan sampai penyelesaian tugas akhir.
2. Ibu Novia Rita, ST., MT selaku dosen pembimbing I dan Bapak Idham Khalid, ST., MT selaku dosen pembimbing II, yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberikan masukan dalam penyusunan tugas akhir ini.
3. Kepala Laboratorium, Instruktur dan Laboran Laboratorium Pemboran dan Reservoir Teknik Perminyakan yang telah membantu penelitian tugas akhir ini.
4. 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.
5. Nurhaliza yang selalu siap menemani proses pengerjaan dan selalu memberikan dukungan selama pengerjaan tugas akhir ini.
6. Teman-teman kontrakan yang selalu setia bersama selama dari awal kuliah sampai selesai
7. Sahabat PETROA 14, angkatan 2014 dan keluarga Sanggar Latah Tuah yang telah memberikan segala bentuk dukungan selama masa perkuliahan.

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, Agustus 2019

Ridwan



DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
DAFTAR SINGKATAN	xi
DAFTAR SIMBOL	xii
ABSTRAK	xiii
ABSTRACT	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	2
1.3. Batasan Masalah	2
1.4. Metodologi Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Lumpur Pemboran	5
2.2 Fungsi Lumpur Pemboran	6
2.3 Fungsi Tambahan Lumpur Pemboran	7
2.4 Jenis Lumpur Pemboran	7
2.5 Sifat Fisik Lumpur Pemboran	8
2.6 Additive Lumpur Pemboran	12
2.7 Tandan Kosong Kelapa Sawit	13
2.8 Carboxy Methyl Cellulose (CMC)	15
2.9 Penelitian Terdahulu	16

BAB III METODOLOGI PENELITIAN	17
3.1 Alat dan Bahan Penelitian	17
3.2 Gambar Bahan dan Fungsi Bahan	18
3.3 Gambar Alat dan Fungsi Alat.....	18
3.4 Prosedur Penelitian	22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN PENELITIAN.....	31
4. Perbandingan <i>rheology</i> lumpur menggunakan CMC TKKS dan CMC industri.....	31
4.1 Viskositas	32
4.2 <i>Plastic Viscosity</i>	34
4.3 <i>Yield Point</i>	35
4.4 <i>Gel Strenght</i>	36
4.5 <i>Mud Cake</i>	36
4.6 <i>Volume Filtration Loss</i>	38
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	40
5.1 KESIMPULAN	40
5.2 SARAN	42
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Diagram Alir Penelitian	4
Gambar 2.1	<i>Marsh Funnel</i>	9
Gambar 2.2	Skema <i>Fann VG Viscometer</i>	10
Gambar 2.3	LPTP.....	12
Gambar 3.1	Tandan Kosong Kelapa Sawit	18
Gambar 3.2	<i>Mud Mixer</i>	18
Gambar 3.3	Gelas Ukur	19
Gambar 3.4	Timbangan <i>Digital</i>	19
Gambar 3.5	Jangka Sorong	19
Gambar 3.6	<i>Fann VG Meter</i>	20
Gambar 3.7	<i>Marsh Funnel</i>	20
Gambar 3.8	<i>Stopwatch</i>	20
Gambar 3.9	<i>Sieve</i>	21
Gambar 3.10	LPLT.....	21
Gambar 3.11	<i>Filter Paper</i>	21
Gambar 3.12	<i>Oven Furnance</i>	22
Gambar 3.13	Sample telah melalui tahap <i>Delignification</i>	23
Gambar 3.14	Sample dalam proses <i>Bleaching Chemical</i>	23
Gambar 3.15	Hasil <i>Sample</i> proses <i>Selulose Puring</i>	24
Gambar 3.16	Proses <i>Monochloride Acetic Acid</i>	24
Gambar 3.17	Pengeringan setelah proses <i>Neutralizer</i>	25
Gambar 3.18	Sample TKKS yang telah di <i>sieve 80 mesh</i>	25
Gambar 3.19	Lumpur Standar + CMC TKKS	26
Gambar 4.1	Grafik viskositas dari CMC TKKS dan CMC Industri.....	32
Gambar 4.2	Grafik <i>plastic viscosity</i> dari CMC TKKS dan CMC Industri	33
Gambar 4.3	Grafik <i>yield point</i> dari CMC TKKS dan CMC Industri.....	34
Gambar 4.4	Grafik <i>gel strength</i> dari CMC TKKS dan CMC Industri.....	36
Gambar 4.5	Grafik <i>mud cake</i> dari CMC TKKS dan CMC Industri	37
Gambar 4.6	Grafik <i>volume filtration</i> dari CMC TKKS dan CMC Industri....	38

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Basis Bahan Kimia Lumpur.....	12
Tabel 2.2	Produksi Kelapa Sawit di Indonesia (2015-2017)	14
Tabel 4.1	Hasil Pengujian EDS CMC TKKS	30
Tabel 4.2	Hasil Pengamatan viskositas CMC TKKS dan CMC industri	31
Tabel 4.3	Hasil Pengamatan <i>plastic viscosity</i> CMC TKKS dan CMC industri	33
Tabel 4.4	Hasil Pengamatan <i>yield point</i> CMC TKKS dan CMC industri	34
Tabel 4.5	Hasil Pengamatan <i>gel strength</i> CMC TKKS dan CMC industri	35
Tabel 4.6	Hasil Pengamatan <i>mud cake</i> CMC TKKS dan CMC industri	37
Tabel 4.7	Hasil Pengamatan <i>volume filtration</i> CMC TKKS dan CMC industri	38

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN I	Perhitungan <i>Rheology</i> Lumpur CMC TKKS
LAMPIRAN II	Hasil Pegujian EDS CMC TKKS



Dokumen ini adalah Arsip Miik :
Perpustakaan Universitas Islam Riau

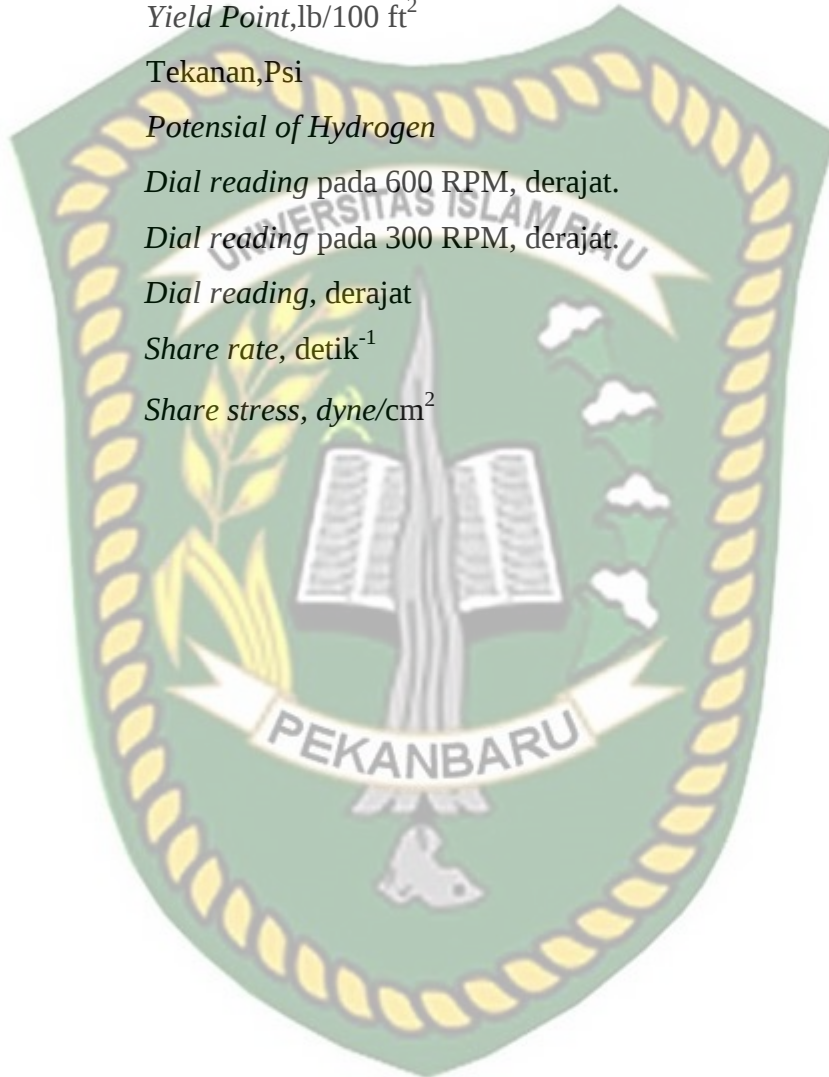
DAFTAR SINGKATAN

CMC	<i>Carboxymethyl Cellulose</i>
EDS	<i>Energy Dispersive X-ray Spectroscopy</i>
FMIPA	<i>Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam</i>
HHP	<i>Hydraulic Horsepower</i>
HV	<i>Hight Viscosity</i>
LPLT	<i>Low Presure Low Temperature</i>
LV	<i>Low Viscosity</i>
ppb	<i>Part Per Billion</i>
RPM	<i>Rotasi Per Menit</i>
ROP	<i>Rate Of Penetration</i>
TKKS	<i>Tandan Kosong Kelapa Sawit</i>
WBM	<i>Water Base Mud</i>



DAFTAR SIMBOL

μp	<i>Plastic Viscosity, cp</i>
Y_p	<i>Yield Point, lb/100 ft²</i>
P	<i>Tekanan, Psi</i>
pH	<i>Potensial of Hydrogen</i>
C_{600}	<i>Dial reading pada 600 RPM, derajat.</i>
C_{300}	<i>Dial reading pada 300 RPM, derajat.</i>
C	<i>Dial reading, derajat</i>
γ	<i>Share rate, detik⁻¹</i>
τ	<i>Share stress, dyne/cm²</i>



**PENGUNAAN TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT SEBAGAI
ADDITIVE CMC PENGANTI DARI CMC INDUSTRI DAN PENGARUH
TERHADAP RHEOLOGY LUMPUR**

**RIDWAN
143210009**

ABSTRAK

Pemboran merupakan kegiatan yang dilakukan untuk mencapai target yang telah direncanakan dan lumpur pemboran merupakan suatu materi yang sangat penting jika adanya proses pengeboran, maka dari itu lumpur haruslah diperhatikan nilai dari *rheology* lumpurnya agar sesuai dengan kondisi lubang sumur. Salah satu dalam upaya mengatur *rheology* lumpur bisa dengan menggunakan *additive CMC (Carboxymethyl Cellulose)* yang berguna untuk kekentalan dan mengikat air. Penelitian ini menggunakan CMC berbahan organik yaitu TKKS (Tandan Kosong Kelapa Sawit) yang dimana diharapkan CMC TKKS bisa menjadi pengganti CMC industri.

CMC TKKS telah dilakukan pengujian EDS untuk mengetahui komposisinya. TKKS yang digunakan jenis *tenera* diambil dari PT. Ekadura Indonesia di Provinsi Riau Kabupaten Rokan Hulu, Kecamatan Kunto Darussalam. Pada penelitian ini pengujian menggunakan CMC TKKS dan CMC industri sebagai perbandingan untuk mencari nilai viskositas, *plastic viscosity*, *yield point*, *gel strength*, *mud cake* dan *volume filtration* lumpur pemboran dengan komposisi disetiap sampel lumpur 2 gr, 4 gr, 6 gr, 8 gr, dan 10 gr.

Setelah dilakukannya pengujian EDS di FMIPA Institut Teknologi Bandung didapatkan komposisi Karbon (C) dan Oksigen dari CMC TKKS dengan jumlah *persentase* 58,85% dan 41,15%. Setelah dilakukannya pengujian di Laboratorium Universitas Islam Riau pada nilai *rheology plastic viscosity* dan *yield point* yang mampu tidak mendekati standar industri yaitu pada sampel lumpur 8 gr dan 10 gr.

Kata kunci : *Carboxymethyl Cellulose (CMC)*, *Energy Dispersive X-ray Spectroscopy (EDS)* dan Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS)

USE OF PALM OIL BLANK AS ADDITIVE CMC REPLACEMENT OF CMC INDUSTRY AND THE EFFECT ON MUD RHEOLOGY

RIDWAN
143210009

ABSTRACT

Drilling is an activity carried out to achieve the planned targets and drilling mud is a material that is very important if there is a drilling process, so the mud must be considered the value of the rheology of the mud to match the condition of the wellbore. One of the efforts to regulate the rheology of mud can be by using CMC (Carboxymethyl Cellulose) additives which are useful for viscosity and binding of water. This research uses CMC made from organic, namely TKKS (Oil Palm Empty Fruit Bunch), which is expected to be a substitute for the CMC TKKS industry.

CMC TKKS has been tested for EDS to find out its composition. The TKKS used by the tenera type are taken from PT. Indonesian Ekadura in Riau Province Rokan Hulu District, Kunto Darussalam Subdistrict In this study, testers used CMC TKKS and CMC industries as a comparison to look for viscosity values, plastic viscosity, yield points, gel strength, mud cake and drilling mud filtration volume with compositions in each mud sample 2 gr, 4 gr, 6 gr, 8 gr, and 10 gr.

After the EDS testing at FMIPA Institut Teknologi Bandung was obtained the composition of Carbon (C) and Oxygen from CMC TKKS with a percentage of 58.85% and 41.15%. After testing at the Riau Islamic University Laboratory on the value of the rheology plastic viscosity and the yield point that is capable of not approaching the industry standard, it is in the 8 gr and 10 gr mud samples.

KEYWORDS: Carboxymethyl Cellulose (CMC), Energy Dispersive X-ray Spectroscopy (EDS) and Oil Palm Empty Fruit Bunch (TKKS)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pemboran merupakan salah satu usaha untuk mendapatkan target yang telah direncanakan dan lumpur pemboran merupakan salah satu sarana untuk mencapai target tersebut. Lumpur pemboran merupakan materi yang sangat penting dalam suatu operasi pemboran, karena dapat mempengaruhi keselamatan kerja, efisiensi, kecepatan pemboran dan biaya pemboran. Agar lumpur pemboran dapat berfungsi dengan baik, maka lumpur tersebut harus selalu dikontrol sifat-sifat fisiknya (Maulana, Satiyawira, & Rosyidan, 2015).

Pada penelitian ini penguji menggunakan lumpur yang ditambahkan dengan *additive* CMC (*Carboxymethyl Cellulose*) dimana CMC berguna untuk mengikat air dan meningkatkan kekentalan lumpur. Menurut Rubiandini, 2010 CMC merupakan *additive* fluid loss yang efektif pada berbagai lumpur berbahan dasar air (*water basemud*). *Additive* CMC berfungsi sebagai *filtration loss reducer*, *shale control agen* dan *viscosifier* terhadap *rheology* lumpur (Suhascaryo, Rubiandini, & Handayani, 2001). Akhir-akhir ini penelitian dalam pemanfaatan bahan organik untuk dunia industri sering dilakukan, contohnya seperti pemanfaatan abu ampas tebu untuk semen pemboran (Herawati & Rita, 2017), pemanfaatan ampas tebu sebagai *lost circulation material* (Hamid, 2018), kulit buah kakao sebagai bahan CMC (Nisa, Dwi, & Putri, 2013), dan juga pemanfaatan tandan kosong kelapa sawit sebagai bahan CMC (Fatimah, 2016), dalam pemanfaatan sumber bahan baku tandan kosong kelapa sawit (TKKS) untuk pembuatan CMC sebagai *additive* lumpur pemboran merupakan suatu yang belum termanfaatkan didunia perminyakan terutama untuk diwilayah Riau sendiri, dimana Riau merupakan penghasil kelapa sawit terbesar diseluruh wilayah Indonesia. Pada tahun 2015 luas area perkebunan kelapa sawit Riau sebesar 2.400.875 hektar dan memproduksi sebesar 8.059.846 ton/pertahun (Ditjen Perkebunan, 2017). Dikarenakan Riau merupakan salah satu pengasil kelapa sawit

terbesar di Indonesia untuk itu peneliti mengangkat judul penggunaan tandan kosong kelapa sawit sebagai *additive* CMC pengganti dari CMC industri dan pengaruh terhadap *rheology* lumpur pemboran. Sawit yang digunakan pada penelitian ini diambil dari PT. Ekadura Indonesia di Provinsi Riau Kabupaten Rokan Hulu.

Hasil penelitian yang pernah dilakukan oleh Richana, Prastowo, Purwantana, & Nuralamsyah, 2011 menunjukkan hasil yaitu TKKS memiliki kandungan selulosa 50.29%, hemiselulosa 25.54%, dan lignin 24.15%, kandungan yang cukup tinggi tersebut merupakan suatu potensi bahwa TKKS dapat diolah menjadi CMC sebagai bahan *additive* untuk lumpur pemboran. Dimana *rheology* lumpur pemboran pada penelitian ini meliputi yaitu viskositas, *plastic viscosity*, *yield point*, *gel strength*, *mud cake*, dan *volume filtration loss*, dengan melakukan uji laboratorium tandan kosong kelapa sawit menjadi CMC yang digunakan sebagai *additive* untuk mengatur nilai dari *rheology* lumpur pemboran, sebagai mana nantinya diharapkan bisa menggantikan fungsi dari CMC industri dalam mengatur nilai *rheology* lumpur pemboran.

1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian dari tugas akhir ini adalah:

1. Mengetahui perbandingan viskositas, *plastic viscosity*, *yield point*, dan *gel strength* dari lumpur yang menggunakan *additive* CMC tandan kosong kelapa sawit dengan CMC industri.
2. Mengetahui perbandingan *mud cake* dan *volume filtration loss* dari lumpur pemboran yang menggunakan *additive* CMC tandan kosong kelapa sawit dengan lumpur yang menggunakan CMC industri.

1.3. Batasan Masalah

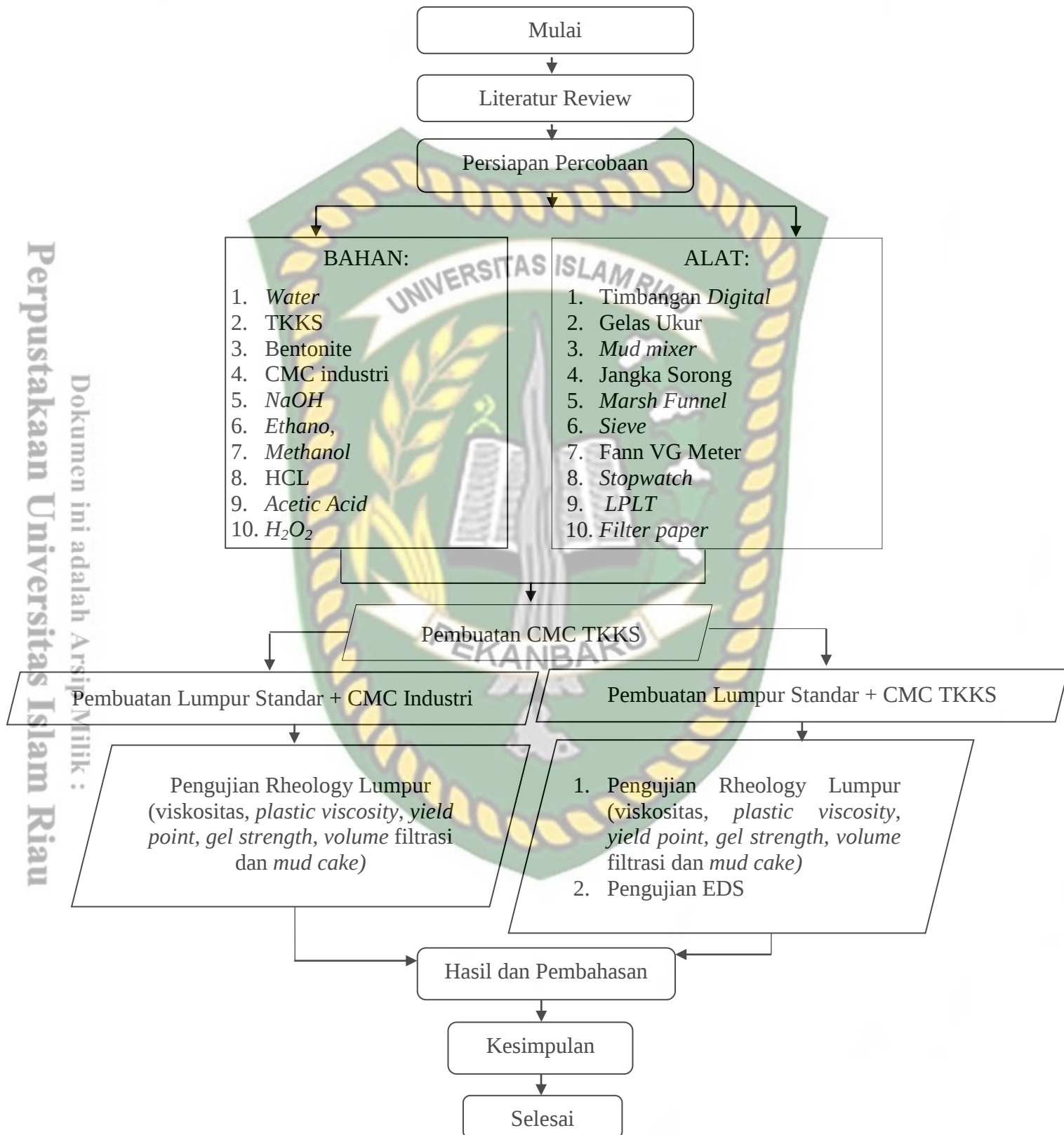
Penelitian ini hanya dibatasi dengan membahas beberapa hal sebagai berikut:

1. Pembuatan CMC dari tandan kosong kelapa sawit

2. Permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian tugas akhir ini adalah untuk mengetahui perbandingan *rheology* lumpur yang meliputi nilai viskositas, *plastic viscosity*, *yield point*, *gel strenght*, *mud cake*, dan *volume filtration loss* dengan menggunakan CMC TKKS dan CMC industri.
3. Masalah keekonomisan tidak dibahas dalam penelitian ini.

1.4. Metodologi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Pemboran Teknik Perminyakan Universitas Islam Riau dengan pengumpulan data primer dan penelitian menggunakan metode eksperimental. Data primer yang diperoleh langsung dari hasil uji laboratorium yang membawa kepada kesimpulan yang merupakan tujuan dari penelitian ini.



Gambar 1.1 Diagram Alir Penelitian

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Lumpur Pemboran

Kepentingan dan kebutuhan hidup manusia agar manusia lebih sejahtera. Sumber daya alam bisa terdapat di mana saja seperti di dalam tanah, dalam air, dan permukaan tanah. Sumber daya alam yang diciptakan oleh Allah SWT, berjenis-jenis yang ada di permukaan bumi ini, seperti yang telah disebutkan dalam hadist :

(رواه ابو داود) الْمُسْلِمُونَ شُرَكَاءُ فِي ثَلَاثٍ فِي الْكَلَاءِ وَالْمَاءِ وَالنَّارِ

Artinya : “ Manusia berserikat dalam tiga hal yaitu air, padang rumput (lahan), dan api (energi).”(H.R Abu Dawud)

Kandungan hadist tersebut dimana manusia harus bersatu dalam memanfaatkan sumber daya alam, dimana dalam penelitian ini memanfaatkan tumbuhan dalam meningkatkan pemanfaatan sumber daya alam di dalam tanah yaitu minyak bumi untuk pengambilan minyak bumi maka dilakukanlah pengeboran.

Lumpur pemboran merupakan cairan yang berbentuk lumpur, dimana dari percampuran zat cair, zat padat dan zat kimia. Zat cair disini sebagai bahan dasar agar lumpur yang terjadi dapat dipompakan. Zat padat ada dua macam yaitu untuk memberikan kenaikan berat jenis dari lumpur dan untuk membuat lumpur mempunyai kekentalan tertentu. Sedangkan zat kimia dapat berupa zat padat maupun zat cair yang bertugas untuk mengontrol sifat-sifat lumpur agar sesuai dengan yang diinginkan. Sifat-sifat lumpur harus disesuaikan dengan kondisi lapisan yang akan ditembus. Karena sifat lapisan-lapisan atau formasi-formasi yang akan ditembus atau dilalui oleh lumpur adalah bermacam-macam atau berubah-ubah, maka kita selalu mengubah sifat lumpur dengan menambahkan zat kimia yang sesuai, maka dari itu *rheology* lumpur harus selalu di ukur, dimana lumpur yang masuku kedalam lubang sumur atau lumpur yang baru keluar dari dalam sumur. (Grahadiwin, Zabidi, & Rosyidan, 2016)

Ditinjau dari zat cair pembentuk lumpur, maka lumpur pemboran dapat dibedakan menjadi dua, yaitu *water base mud* dan *oil base mud*. Lumpur berfasa air atau *water base mud* mempunyai fasa yang kontinu adalah air yaitu air garam (*salt based mud*) dan air garam jenuh (*saturated salt water based mud*). Sedangkan lumpur berfasa minyak mempunyai fasa yang kontinu adalah minyak. Pada lumpur berfasa minyak kalau terdapat air, fasa airnya merupakan fasa yang teremulsi. Lumpur ini lebih dikenal dengan *emulsion mud* atau *oil in water emulsion mud* atau disebut juga dengan *inverts mud* (Badu, 1998).

2.2 Fungsi Lumpur Pemboran

Fungsi lumpur pada proses dilakukannya pemboran disuatu sumur yaitu (Ditjen Pendidikan, 2013)

2.2.1 Mengontrol Tekanan Formasi

Lumpur pemboran mengontrol tekanan formasi dengan tekanan hidrostatik. Tekanan hidrostatik adalah tenaga desak dengan kolom fluida dikalikan dengan berat fluida dan kedalaman.

2.2.2 Mengangkut *Cutting* Kepermukaan

Mengangkut *cutting* ke permukaan merupakan fungsi vital lumpur, mengangkut *cutting* yang dihasilkan oleh pahat melalui *annulus*.

2.2.3 Mempertahankan Stabilitas Lubang Bor

Tekanan hidrostatik lumpur pemboran bertindak seperti mengurung lubang bor. Gaya mengurung diperoleh dari terbentuknya lapisan tipis (*mud cake*) Lumpur bor yang memproduksi *cake* berkualitas buruk atau tebal akan menyebabkan *stuck pipe*, kesulitan dalam *running casing*, dan menurunkan kualitas penyemenan.

2.2.4 Mendinginkan dan Melumasi Bit dan Drilling Assembly.

Panas dan friksi dapat timbul pada bit dan area antara *drillstring* dan lubang bor ketika operasi pemboran berlangsung. Konduksi formasi umumnya kecil sehingga sukar menghilangkan panas ini, tetapi dengan aliran lumpur telah cukup untuk mendinginkan sistem.

2.2.5 Menyalurkan Tenaga Hidrolik ke Bit

Hydraulic Horsepower (HHP) terjadi pada bit sebagai akibat dari aliran fluida pemboran dan *pressure drop* melalui *bit nozzle*. Energi tersebut dikonversi ke tenaga mekanik yang menyingkirkan *cutting* dari dasar lubang bor dan memperbaiki *Rate Of Penetration (ROP)*

2.2.6 Memungkinkan Dilakukan Evaluasi Formasi dan Pengumpulan Data Geologi

Pengumpulan dan interpretasi data geologi dari hasil pemboran, *coring* dan *electric log* digunakan untuk menentukan nilai ekonomis dari sumur yang sedang dibor. Penetrasi oleh filtrat dari lumpur baik berbahan dasar air atau minyak akan mempengaruhi ketelitian dari perolehan data komersial yang sesungguhnya. Lumpur pemboran dipilih yang dapat mempertahankan kondisi lubang agar dapat diperoleh pengukuran yang teliti.

2.3 Fungsi Tambahan Lumpur Pemboran

Adapula fungsi tambahan dari lumpur pemboran yaitu (Maulana, Satiyawira, & Rosyidan, 2015)

1. Mengontrol korosi
2. Menunjang berat rangkaian bor
3. Meminimalkan *loss circulation*
4. Menurunkan kemungkinan *stuck pipe*
5. Sebagai media logging
6. Melindungi dinding lubang

2.4 Jenis Lumpur Pemboran

Sesuai dengan lithologi dan stratigrafi yang berbeda-beda untuk setiap lapangan, serta tujuan pemboran yang berbeda-beda (eksplorasi, pengembangan, kerja ulang) kita mengenal tipe/sistem lumpur yang berbeda-beda pula. Lumpur dapat diklasifikasikan menjadi beberapa jenis menurut (Riany, Hamid & Sariawati, 2016).

1. *Water Base Mud*

Merupakan jenis fluida pengeboran yang paling umum digunakan terdiri dari bahan dasar air. Dalam pengeboran minyak sering disebut dengan ‘gel’.

2. *Oil Base Mud*

Merupakan jenis lumpur untuk membor lapisan formasi yang sangat peka terhadap air, digunakan sistim lumpur yang menggunakan minyak sebagai medium pelarut. Bahan-bahan kimia yang dipakai haruslah dapat larut atau kompatibel dengan minyak, berbeda dengan bahan kimia yang larut dalam air.

3. *Synthesis Oil Base Mud*

Menggunakan fluida sintetis dari jenis *ester*, *ether*, dan *poly alpha olefin*, untuk menggantikan minyak sebagai medium pelarut. Lumpur ini sekualitas dengan *Oil Based Mud*, ramah lingkungan, akan tetapi dianggap terlalu mahal.

2.5 Sifat Fisik Lumpur Pemboran

Komposisi dan sifat-sifat lumpur sangat berpengaruh pada pemboran. Perencanaan *casing*, *drilling rate* dan *completion* dipengaruhi oleh lumpur yang digunakan. Pengontrolan sifat-sifat lumpur seperti densitas, viscositas, *yield point*, *gel strength*, pH, *mud cake* dan *filtration*. Harus diatur sedemikian rupa sehingga tidak menimbulkan masalah pada waktu operasi pemboran sedang berlangsung. Lumpur pemboran memiliki sifat yang sedikit berbeda di bandingkan fluida lainnya berikut tertera menurut defenisi (Rubiandini, 2010) :

2.3.2. Viscositas

Viscositas dan *gel strength* merupakan bagian yang pokok dalam sifat-sifat *rheology* fluida pemboran. Pengukuran sifat-sifat *rheology* fluida pemboran penting mengingat efektivitas pengangkatan *cutting* merupakan fungsi langsung dari viscositas. Sifat *gel* pada lumpur juga penting pada saat *round trip* sehingga viscositas dan *gel strength* merupakan sebagian dari indikator baik tidaknya suatu lumpur.

Pengukuran viscositas yang sederhana dilakukan dengan menggunakan alat *Marsh Funnel*. Viscositas ini adalah jumlah detik yang dibutuhkan lumpur sebanyak 0.9463 liter (1 quart) untuk mengalir keluar dari corong *Marsh Funnel*. Bertambahnya viscositas ini direfleksikan dalam bertambahnya *apparent viscosity*. Untuk fluida *Non-Newtonian*, informasi yang didapat dengan *Marsh Funnel* memberikan suatu gambaran *rheology* fluida yang tidak lengkap sehingga biasa digunakan untuk membandingkan fluida yang baru (awal) dengan kondisi sekarang.



Gambar 2.2 *Marsh Funnel* (Rubiandini, 2010)

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 & Umar, 2015). Berikut ini adalah beberapa istilah yang selalu diperhatikan dalam penentuan *rheology* suatu lumpur pemboran :

1. Viscositas plastik (*plastic viscosity*) seringkali digambarkan sebagai bagian dari resistensi untuk mengalir yang disebabkan oleh friksi mekanik.

2. *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 di dispersi dalam fasa fluida.
3. *Gel strength* dan *yield point* keduanya merupakan ukuran dari gaya tarik menarik dalam suatu sistem lumpur. Bedanya, *gel strength* merupakan ukuran gaya tarik-menarik yang statik sedangkan *yield point* merupakan ukuran gaya tarik-menarik yang dinamik.

Penentuan harga *shear stress* dan *shear rate* yang masing-masing dinyatakan dalam bentuk penyimpangan skala penunjuk (*dial reading*) dan RPM motor pada Fann VG viscometer, harus diubah menjadi harga *shear stress* dan *shear rate* dalam satuan dyne/cm^2 dan detik-1 agar diperoleh harga viscositas dalam satuan cp (*centipoise*).

Adapun persamaan tersebut sebagai berikut :

$$\tau = 5.077 \times C \dots\dots\dots (1)$$

$$\gamma = 1.704 \times N \dots\dots\dots (2)$$

dimana:

τ = *Shear stress*, dyne/cm^2

γ = *Shear rate*, detik⁻¹

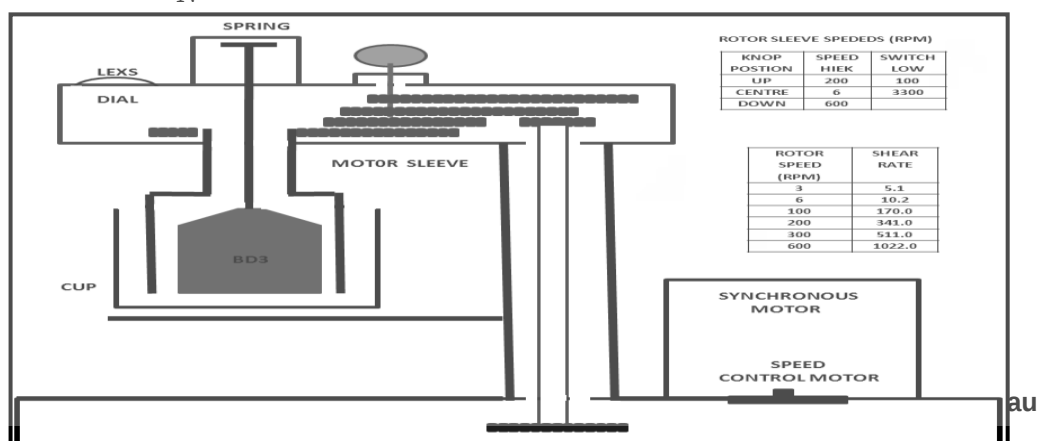
C = *Dial reading*, derajat

N = *Rotation per minute* RPM dari rotor

Penentuan viscositas nyata (μ_a) untuk setiap harga *shear rate* dihitung berdasarkan hubungan:

$$\mu_a = \frac{\tau}{\gamma} \times 100 \dots\dots\dots (3)$$

$$\mu_a = \frac{(300 \times C)}{N} \dots\dots\dots (4)$$



Gambar 2.3 Skema Fann VG Viscometer (Rubiandini, 2010)

Untuk menentukan *plastic viscosity* (μ_p) dan *yield point* (Y_p) dalam *field unit* digunakan persamaan Bingham Plastic berikut :

$$\mu_p = \frac{\tau_{600} - \tau_{300}}{\gamma_{600} - \gamma_{300}} \dots\dots\dots (5)$$

Dengan memasukkan persamaan (1) dan (2) ke dalam persamaan (5) didapat:

$$\mu_p = C_{600} - C_{300} \dots\dots\dots (6)$$

$$Y_b = C_{300} - \mu_p \dots\dots\dots (7)$$

dimana :

μ_p = *Plastic viscosity*, cp

Y_b = *Yield point* Bingham, lb/100 ft²

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

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

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

2.5.2 Filtrasi dan *Mud Cake*

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*". Proses filtrasi diatas hanya terjadi apabila terdapat perbedaan tekanan positif ke arah batuan. 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.

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. Standar prosedur yang digunakan dalam pengukuran *volume filtration loss* dan tebal *mud cake* untuk *static filtration* adalah API RP 13B 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.



Gambar 2.4 LPLT

(Laboratorium Teknik Perminyakan UIR, 2015)

Pembentukan *mud cake* dan *filtration loss* adalah dua kejadian dalam pemboran yang berhubungan erat, baik waktu maupun kejadiannya maupun sebab dan akibatnya, oleh sebab itu maka pengukurannya dilakukan secara bersamaan.

2.6 Additive Lumpur Pemboran

Seperti kita ketahui, berbagai *additive* berupa bahan kimia (baik yang diproduksi khusus untuk keperluan lumpur pemboran maupun bahan kimia

umum) dan mineral dibutuhkan untuk memberikan karakteristik pada lumpur pemboran. Bahan-bahan tersebut dapat diklasifikasi sebagai berikut:

Table 2.1 Basis Bahan Kimia Lumpur

VISCOSIFIER	EMULSIFIER
Bentonite	Oil in water
Attapulgate	Water in oil
Asbestos	LOSS CIRCULATION MATERIAL
Polymer	Granular
Lime or cement	Fibrous
WEIGHTING MATERIAL	Flaked
Barite	Slurry
Iron oxides	ADDITIVE KHUSUS
Galena	Flocculant
Calcium carbonat	Corrosion control defoamer
Dissolved salt	pH control
VISCOSITY REDUCING CHEMICAL	Mud lubricant
Phosphate	Antidefferential sticking material
Tannate	
Lignite	
Lignosulfonate	
Sodium polyacrylate	
FILTRATION LOSS REDUCER	
Starch	
CMC	
Polyanionic cellulose	
Acrylate	
Bentonite	
Dispersant	

(Sumber : Ditjen Pendidikan, 2013)

2.7 Tandan Kosong Kelapa Sawit

Kelapa sawit adalah tanaman perkebunan berupa pohon berbatang lurus dari *famili palmae*. Tanaman tropis ini dikenal sebagai penghasil minyak goreng. Tanaman kelapa sawit diperkirakan berasal dari *Guinea*, pantai barat Afrika yang

kemudian menyebar sampai ke Indonesia. Tanaman ini memiliki nama latin *Elaeis guineensis jacq* (Setyamidjaja, 2006).

Tandan kosong kelapa sawit merupakan limbah utama dari industri pengolahan kelapa sawit, dengan potensi cukup besar, yang dewasa ini hanya dimanfaatkan untuk lahan, kompos, produksi etanol skala kecil, produksi kayu serat dan bahkan dibuang ditempat, atau dibakar sehingga menimbulkan pencemaran lingkungan (Anggraini D & Roliadi H, 2011). Selain itu juga karena potensi ketersediaannya yang besar, penggunaan tandan kosong kelapa sawit sebagai bahan kertas telah diinisiasi oleh (Purnawanto & Sparringga, 2000) dan (Anggraini D & Roliadi H, 2011). Namun, belum ada yang memanfaatkannya dalam pembuatan *Carboxy Methyl Cellulose* guna untuk dunia perminyakan sebagai *additive* Lumpur pemboran.

Persentase limbah TKS adalah 23% dari tandan buah segar, sedangkan persentase serat dan cangkang biji masing-masing adalah 13% dan 5,5% dari tandan buah segar (Pusat Penelitian Kelapa Sawit 2008).

Hasil penelitian (Richana, Prastowo, Purwantana, & Nuralamsyah, 2011) menunjukkan hasil yang tidak berbeda, yaitu TKKS memiliki kandungan selulosa 50.29%, hemiselulosa 25.54%, dan lignin 24.15%. Berdasarkan kandungan selulosanya yang cukup tinggi, tandan kosong kelapa sawit berpotensi sebagai bahan baku pembuatan CMC. Komponen utama dari limbah padat kelapa sawit adalah selulosa dan lignin sehingga limbah ini disebut juga limbah *lignoselulosa* (Fuadi & Pranoto, 2016)

Tabel 2.2 Produksi Kelapa Sawit di Indonesia (2015-2017)

No	Pulau	Produksi (Ton)/Tahun		
		2015	2016	2017
1	Riau	8.059.846	8.506.646	8.721.148
1	Sumatra	21.442.711	22.687.711	23.921.400
2	Jawa	60.511	64.390	74.518
3	Nusa Tenggara	—	—	—
4	Kalimantan	8.645.293	9.447.576	10.221.611
5	Sulawesi	754.008	825.124	905.992
6	Maluku + Papua	167.493	205.213	235.864

(Sumber : Ditjen Perkebunan, 2017)

Selulosa merupakan unsur struktural dan komponen utama dinding sel dari pohon dan tanaman tinggi lainnya. Selulosa ditemukan sebagai kulit bagian dalam yang terdapat pada kayu yang berserat (serat batang) dan sebagai komponen berserat dari beberapa tangkai daun (serat-serat daun). Jumlah selulosa dalam serat bervariasi menurut sumbernya dan biasanya berkaitan dengan bahan-bahan lain seperti air, lilin, pektin, protein dan mineral-mineral pada tanaman. Selulosa bersifat tidak larut dalam air dan tidak dapat dicerna oleh tubuh manusia. (Nuringtyas, 2010)

Beberapa tanaman yang telah diteliti dan diketahui mengandung kadar selulosa yang cukup tinggi antara lain kapas, umbi bit, tandan kosong dan pelepah kelapa sawit, serat tebu, kulit pisang, kulit kakao, dan enceng gondok. Sebelum digunakan sebagai bahan dasar untuk berbagai keperluan, selulosa perlu diisolasi dari tanaman agar didapatkan selulosa yang bebas dari komponen lainnya seperti hemiselulosa dan lignin. Secara umum, isolasi selulosa dilakukan melalui proses ekstraksi dengan menggunakan larutan alkali (Abe & Yano, 2009).

2.8 Carboxy Methyl Cellulose (CMC)

Carboxymethyl Cellulose (CMC) merupakan zat *additive* penting yang banyak digunakan di berbagai industri seperti industri makanan, farmasi, deterjen, tekstil, kosmetik, dan pengeboran migas (minyak dan gas). Hal ini dikarenakan CMC memiliki fungsi sebagai pengental, penstabil emulsi dan bahan pengikat (Wijaya, Pitaloka & Saputra, 2017).

Proses pembuatan karboksi metil selulosa melalui 2 (dua) tahap reaksi, yaitu pertama reaksi alkalisasi dan kedua reaksi eterifikasi. Pada reaksi tahap pertama, yaitu alkalisasi merupakan reaksi antara selulosa dengan larutan soda (basa) menjadi alkali selulosa (selulosa bersifat larut dalam larutan soda). Sedangkan tahap kedua, yaitu eterifikasi merupakan reaksi antara alkali selulosa dengan senyawa natrium kloro asetat menjadi natrium karboksi metil selulosa (Na.CMC) yang membentuk larutan kental (Permatasari, 2012)

2.9 Penelitian Terdahulu

Penelitian daalam mencari nilai *rheology* lumpur pemboran menggunakan *additive* CMC telah biasa dilakukan dalam dunia perminyakan. Pada penelitian lumpur dengan penambahan CMC HV 1 ppb dengan suhu 300 F° didapatkan *volume filtrate* 17,64 ml dan pada pembacaan *plastic viscosity* dan *yield point* cenderung turun dengan naiknya temperatur dengan temperatur pengukuran 50°, 75°, 100°, 125°, 150°, 175°, dan 200°C (Arif, Buntoro, Sudarmoyo, & Rubiandini, 2001). Penambahan CMC LV 3 ppb pada lumpur standar mampu membuat *rheology* pemboran lebih tahan hingga 200°C, komposisi ini dapat digunakan untuk solusi *stabilitas rheology* sampai suhu 200°C (Nur, Dody, & Rejeki, 2005).

Pada penggunaan ampas tebu 2, 4, dan 6 gram dalam pengujian *rheology* pemboran dengan pengujian viskositas lumpur nilainya akan bertambah pada suhu ruangan namun pada suhu yang tinggi semakin banyak ampas tebu yang ditambahkan membuat nilai viskositasnya menjadi turun dan untuk pengujian *filtrate* pada ampas tebu semakin banyak ampas tembu yang ditambahkan dalam menurunkan nilai *filtrate* pada lumpur (Hamid, 2018). *Additive* CMC biasanya bertindak dengan meningkatkan viskositas dan mengurangi filtrat. Karakteristik ini membuatnya mampu menyerap sejumlah besar air dan digunakan untuk mengontrol hilangnya filtrat dalam banyak jenis sistem cairan (Br Brito et al., 2018).

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 TKKS (Tandan Kosong Kelapa Sawit) dengan CMC Industri pada lumpur pemboran pada kondisi *lost circulation*.

3.1 Alat dan Bahan Penelitian

Persiapan dan bahan pengujian merupakan proses awal yang dilakukan sebelum penelitian dimulai, TKKS yang digunakan peneliti yaitu jenis sawit *tenera* yang banyak menghasilkan minyak diambil dari PT. Ekadura Indonesia di Provinsi Riau Kabupaten Rokan Hulu Kecamatan Kunto Darussalam dan dilanjutkan dengan pengolahan TKKS hingga menjadi CMC yang bisa digunakan untuk bahan penelitian sebagai perbandingan antara lumpur CMC TKKS dengan lumpur CMC industri.

3.1.1 Alat

- | | |
|-----------------------------|----------------------------------|
| 1. Timbangan <i>digital</i> | 11. Oven |
| 2. <i>Mud mixer</i> | 12. <i>Stopwatch</i> |
| 3. <i>Marsh funnel</i> | 13. Cawan <i>Steinless Steel</i> |
| 4. Gelas kimia | 14. Toples |
| 5. Fann VG | 15. <i>Alumunium Foil</i> |
| 6. LPLT <i>Filter press</i> | 16. <i>Blender</i> |
| 7. Jangka sorong | 17. <i>Sieve Analysis</i> |
| 8. <i>pH paper</i> | 18. <i>Mud Cup</i> |
| 9. Gelas Ukur | |

3.1.2 Bahan

- | | |
|---------------------|---------------------------------|
| 1. TKKS | 6. <i>Ethanol</i> |
| 2. Air | 7. <i>Methanol</i> |
| 3. <i>Bentonite</i> | 8. NaOH (<i>Caustic Soda</i>) |

- | | |
|-----------------|--|
| 4. CMC Industri | 9. CH_3COOH (Acetic Acid) |
| 5. HCl 15% | 10. H_2O_2 (Hydrogen Peroxyde) |

3.2 Gambar Bahan dan Fungsi Bahan

Berikut adalah gambar dan fungsi dari bahan yang digunakan selama penelitian berlangsung.

1. Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS)

Fungsi : Sebagai bahan dasar sumber selulosa yang akan dimanfaatkan menjadi CMC TKKS.



Gambar 3.1 Tandan Kosong Kelapa Sawit

3.3 Gambar Alat dan Fungsi Alat

Berikut adalah gambar dan fungsi dari alat yang digunakan selama penelitian berlangsung.

1. Mud Mixer

Fungsi : pencampur/pengaduk media lumpur.



Gambar 3.2 Mud Mixer
(Laboratorium Teknik Perminyakan UIR, 2018)

2. Gelas Ukur

Fungsi : Untuk mengukur kadar *volume filtrate* atau zat cair lainnya.



Gambar 3.3 Gelas Ukur
(Laboratorium Teknik Perminyakan UIR, 2018)

3. Timbangan *Digital*

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



Gambar 3.4 Timbangan *Digital*
(Laboratorium Teknik Perminyakan UIR, 2018)

4. Jangka Sorong

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



Gambar 3.5 Jangka Sorong
(Laboratorium Teknik Perminyakan UIR, 2018)

5. Fann VG Meter

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



Gambar 3.6 Fann VG Meter
(Laboratorium Teknik Perminyakan UIR, 2018)

6. Marsh Funnel

Fungsi : Untuk mengukur laju alir lumpur



Gambar 3.7 Marsh Funnel
(Laboratorium Teknik Perminyakan UIR, 2018)

7. Stopwatch

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



Gambar 3.8 Stopwatch
(Laboratorium Teknik Perminyakan UIR, 2018)

8. Sieve

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



Gambar 3.9 Sieve

9. LPLT (*Low Pressure Low Temperature*)

Fungsi : Untuk menganalisa ukuran mudcake dan *volume filtrate* pada kondisi lumpur tertentu.



Gambar 3.10 LPLT

(Laboratorium Teknik Perminyakan UIR, 2018)

10. Filter Paper

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



Gambar 3.11 Filter Paper

(Laboratorium Teknik Perminyakan UIR, 2018)

11. Oven Furnance

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



Gambar 3.12 Oven Furnance
Laboratorium Teknik Perminyakan UIR, 2018)

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Prosedur Pembuatan CMC Tandan Kosong Kelapa Sawit

Berikut merupakan metode pemisahan *lignin* pada selulosa pada tandan kosong kelapa sawit hingga dapat diolah menjadi CMC menurut Hong, 2013 sebagai berikut :

1. Perebusan *Sample (Delignification)*

Merupakan tahapan pengikisan *lignin* pada *sample* memanfaatkan bantuan



NaOH 15% pada air 350 ml. Pada proses ini *sample* direndam dalam larutan NaOH selama 2 jam dengan suhu 120°C untuk 50 gr TKKS. Tahapan *delignification* ini akan memecah dinding *lignin* yang didalamnya terdapat selulosa inti dari TKKS tersebut. Proses ini menggunakan takaran persen dikarenakan setiap *sample* tumbuhan memiliki kadar *lignin* berbeda, pada penelitian ini peneliti melakukan percobaan pada NaOH 10%, 15%, 20%. Peneliti memilih menggunakan NaOH 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% dan 20% 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 3.13 *Sample* telah melalui tahap *Delignification*
(Sumber : Data Primer, 2018)

2. Pemutihan *Sample* (*Bleaching Chemical*)

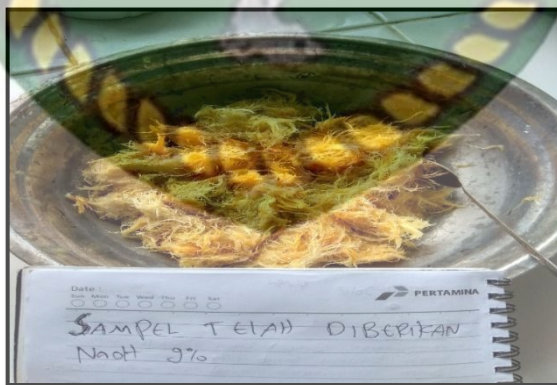
Merupakan tahapan kedua yang memanfaatkan bantuan zat kimia H_2O_2 untuk memutihkan *sample* yang telah berwarna gelap karena proses *delignification* sekaligus menghancurkan *lignin* yang masih berukuran besar dengan kadar 98% pada takaran 350 ml dan lama perendaman *sample* 2 jam pada suhu ruangan.



Gambar 3.14 Sample dalam proses *Bleaching Chemical*
(Sumber : Data Primer, 2018)

3. *Selulose Puring*

Merupakan tahapan ketiga yang memanfaatkan NaOH 9%, yang bertujuan untuk memastikan *lignin* yang berukuran besar dan tebal masih lolos dari tahapan sebelumnya dengan takaran 350 ml pada *sample*, dan lama perendaman *sample* 2 jam pada suhu ruangan.

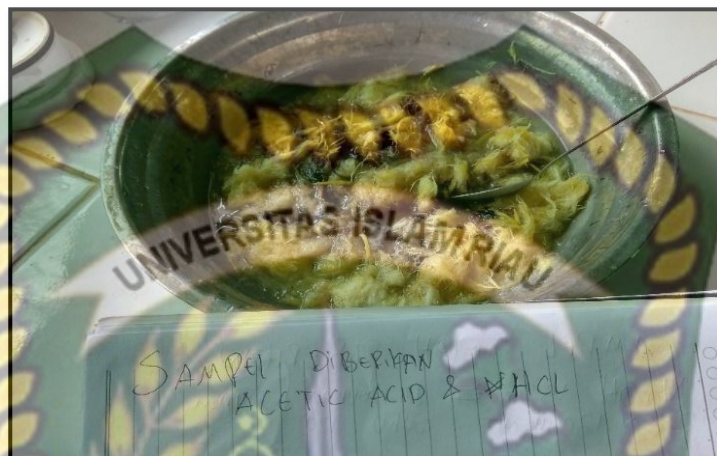


Gambar 3.15 Hasil *Sample* proses *Selulose Puring*
(Sumber : Data Primer, 2018)

4. *Monochloride Acetic Acid*

Merupakan larutan kimia yang berasal dari 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 yang dapat diamati ketika proses ini selesai dan lama perendaman *sample* 2 jam pada suhu ruangan.



Gambar 3.16 Proses *Monochloride Acetic Acid*
(Sumber : Data Primer, 2018)

5. *Neutralizer*

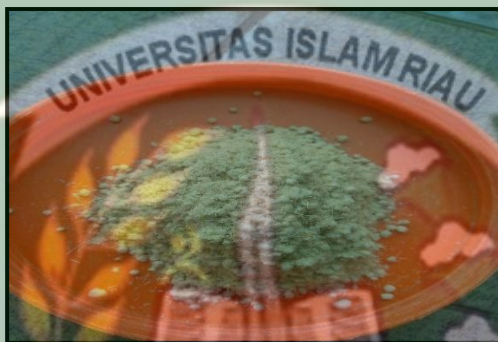
Merupakan tahapan pemurnian dari zat kimia sebelumnya, *neutralizer* ini terbagi atas campuran larutan *Ethanol* 100 ml, *Methanol* 100 ml, dan *Acetic Acid* 100 ml selama 2 jam perendaman. Fungsi utama *Neutralizer* ini ialah menetralkan sifat asam dan basa dari tahapan kimia sebelumnya dan menghilangkan aroma khas asam pada tahapan *Monochloride Acetic Acid*, pada akhir tahapan ini selulosa CMC kasar telah terbentuk namun masih memerlukan *treatment* pengeringan selama 2 jam dengan suhu 120°C.



Gambar 3.17 Pengeringan setelah proses *Neutralizer*
(Sumber : Data Primer, 2018)

6. *Sieving*

Merupakan tahapan pengayakan *sample* agar selulosa CMC halus dapat terpisah dari sisa-sisa *lignin* halus yang masih menempel pada selulosa. Pada penelitian ini penguji menggunakan *sieve* dengan ukuran 80 *mesh*



Gambar 3.18 *Sample* CMC TKKS yang telah di *sieve* 80 *mesh*
(Sumber : Data Primer, 2018)

3.4.2 Prosedur Pembuatan Lumpur

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

- a. Menyiapkan gelas ukur.
- b. Masukkan air 350 ml ke dalam gelas.
- c. Siapkan alat *mixer* 220 volt, bahan yang di *mixing*
 1. Air : 350 ml
 2. Bentonite : 22.5 gr
 3. CMC TKKS : 2, 4, 6, 8 dan 10gr
 4. CMC Industri : 2, 4, 6, 8 dan 10 gr
- d. Siapkan *Marsh funnel* untuk melihat laju alir lumpur.
- e. Siapkan alat *Fann VG meter* di gunakan untuk,
 1. Mencari nilai *plastic viscosity*
 2. Mencari nilai *yield point*
 3. Mencari nilai *gel strenght* 10 sec dan 10 minute
- f. Siapkan alat *filter press* di gunakan untuk,

1. Mencari nilai *mud cake*
2. Mencari seberapa besar *filtration loss*



Gambar 3.19 Lumpur Standar + CMC TKKS
(Sumber : Data Primer, 2018)

3.4.3 Pengukuran *Rheology* Lumpur

Karena lumpur pemboran menjadi salah satu pertimbangan dalam mengoptimalkan operasi pemboran, oleh karena itu untuk memelihara dan mengontrol sifat – sifat fisik lumpur pemboran agar sesuai dengan yang diinginkan, maka perlu melakukan pengukuran *rheology* lumpur pemboran, yaitu diantaranya (Vikas Mahto, 2013) dan (Edition, Api, Annex, Part, & National, 2015).

1. Pengukuran Viscositas dan *Gel Strenght*

Pengukuran dilakukan dengan *fann V.G. meter*. Putaran silinder dilakukan oleh mesin *syncron* yang yang dapat diatur jumlah putaran per menit (RPM) yang terdiri dari 3, 6, 100, 200, 300, 600 RPM.

Alat dan bahan:

- a. *Fann V.G.meter*
- b. *Stopwatch*
- c. Lumpur yang akan diamati

Prosedur percobaan :

A. Pengukuran viscositas

1. Mengisi bejana dengan lumpur sampai batas yang ditentukan.
2. Meletakkan bejana pada tempatnya, serta mengatur kedudukannya sedemikian rupa sehingga rotor dan bob tercelup ke dalam lumpur menurut batas yang telah ditentukan.
3. Menggerakkan rotor pada posisi *high* dan menempatkan kecepatan putar rotor pada kedudukan 600 RPM. Pemutaran terus dilakukan sehingga kedudukan skala (dial) mencapai keseimbangan. Mencatat harga yang ditunjukkan oleh skala.
4. Pencatatan harga yang ditunjukkan oleh skala penunjuk setelah mencapai keseimbangan dilanjutkan untuk kecepatan 300, 200, 100, 6 dan 3 RPM dengan cara yang sama seperti diatas.

B. Pengukuran *gel strenght*

1. Setelah selesai pengukuran *Shear Stress*, mengaduk lumpur dengan *fann VG* pada kecepatan 600 RPM selama 10 detik.
2. Mematikan *fann VG*, kemudian diamkan lumpur selama 10 detik.
3. Setelah 10 detik menggerakkan rotor pada kecepatan 3 RPM. Membaca simpangan maksimum pada skala penunjuk.
4. Mengaduk kembali lumpur dengan *fann VG* pada kecepatan rotor 600 RPM selama 10 detik.
5. Mengulangi kerja diatas untuk *Gel Strength* 10 menit. (untuk *Gel Strength* 10 menit, lama pendiaman lumpur 10 menit).

2. Perhitungan *Plastic Viscosity* dan *Yield Point*

1. *plastic viscosity* di hitung dengan persamaan :

$$PV = C_{600} - C_{300}$$

Keterangan

PV = *plastic viscosity*

C_{600} = *dial reading* pada 600 RPM

C_{300} = *dial reading* pada 300 R

2. *Yield point* di hitung dengan rumus :

$$YP - C_{300} - PV$$

Keterangan :

YP = *Yield point*

C_{300} = *Dial reading 300 RPM*

PV = *Plastic viscosity*

3. Pengukuran *Volume* Filtrat

Alat dan bahan :

- a. Peralatan *filter press*
- b. Gelas ukur
- c. Kertas saring (*filter paper*)
- d. Lumpur yang akan diamati

Prosedur percobaan:

A. *Standard filter press*

1. Mempersiapkan 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 dibawah permukaan silinder, ukur dengan jangka sorong, dan segera menutup rapat.
3. Kemudian mengalirkan udara dengan tekanan 100 psi
4. Pada 7,5 menit pertama ganti gelas ukur dibawah silinder yang menampung *fluid* dengan gelas ukur yang baru dan lanjutkan pengumpulan filtrat hingga akhir dari pengatur waktu kedua diatur pada 30 menit. Lepaskan silinder yang lulus dan catat *volume filtrate* yang dikumpulkan.

5. Menghentikan penekanan udara, membuang tekanan udara dalam silinder (*bleed off*), dan sisa lumpur dalam silender dituangkan kembali kedalam *mixer cup*.
6. Menentukan tebal *mud cake* dengan menggunakan jangka sorong.

Dari prosedur pembuatan lumpur yang menggunakan *additive* CMC tandan kosong kelapa sawit (TKKS) dengan CMC industri sama saja, namun yang membedakannya hanya dari jenis *additive* saja.



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN PENELITIAN

4. Perbandingan *rheology* lumpur menggunakan CMC TKKS dan CMC industri

Untuk bab ini peneliti akan membahas dari hasil penelitian yang didapat, dimana peneliti melakukan pengujian untuk mengetahui nilai perbandingan *rheology* lumpur pemboran seperti viskositas, *plastic viscosity*, *yield point*, *gel strenght*, *mud cake*, dan *volume filtrate* dengan menggunakan CMC tandan kosong kelapa sawit (TKKS) dan CMC industri. Pada bab ini peneliti juga akan membahas apa saja komposisi/kandungan kimia yang terdapat didalam CMC TKKS melalui pengujian analisa *energy dispersive x-ray spectroscopy* (EDS). Dimana pengujian EDS ini berfungsi untuk mengetahui kandungan atau *element* yang terdapat didalam CMC TKKS agar nantinya bisa mengetahui layak apa tidaknya sampel tandan kosong kelapa sawit ini dijadikan CMC sebagai bahan dalam pengujian ini.

Energy dispersive x-ray spectroscopy atau disingkat dengan EDS adalah suatu metoda yang digunakan untuk mengetahui komposisi atau unsur pada *Sample* (Ailin, Yarangga, & Danisworo, 2017). TKKS yang digunakan peneliti yaitu jenis sawit *tenera* yang banyak menghasilkan minyak diambil dari PT. Ekadura Indonesia di Provinsi Riau Kabupaten Rokan Hulu, Kecamatan Kunto Darussalam dan dilanjutkan dengan pengolahan TKKS hingga menjadi CMC yang bisa digunakan untuk bahan penelitian sebagai perbandingan antara lumpur CMC TKKS dengan lumpur CMC industri.

Berikut dibawah ini adalah tabel komposisi CMC tandan kosong kelapa sawit dengan pengujian EDS di Laboratorium Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Institut Teknologi Bandung pada tanggal 21 maret 2019.

Tabel 4.1 Hasil pengujian EDS CMC TKKS

<i>Element</i>	<i>Massa Persentase (%)</i>
----------------	-----------------------------

C	58.85
O	41.15
Total	100

Dilihat dari tabel 4.1 terdapat pada komposisi CMC TKKS terdapat elemen C dan O dimana C disebut dengan karbon dan O adalah oksigen. Pada karbon CMC TKKS pada *massa persentase* bernilai 58.85 % dan oksigen bernilai 41.41 maka dapat disimpulkan CMC TKKS memiliki nilai karbon yang tinggi. Karbon yang tinggi juga mengindikasikan banyaknya kandungan polisakarida (selulosa) TKKS (Prabawati & Wijaya, 2008)

Pada penelitian ini peneliti melakukan percobaan dengan membuat 10 *sample* lumpur pemboran dengan komposisi setiap *sample* 22,5 gr *bentonite*, air 350 ml dan setiap 10 *sample* terdiri dari komposisi CMC TKKS dan CMC industri yang berbeda yaitu 2 gr, 4 gr, 6 gr, 8 gr, dan 10 gr yang terdapat pada 5 *sample* CMC TKKS dan 5 *sample* CMC industri dimana peneliti akan menjelaskan perbandingan hasil dari kedua CMC tersebut (Ghazali, Alias, Mohd, Adeib, & Noorsuhana, 2015).

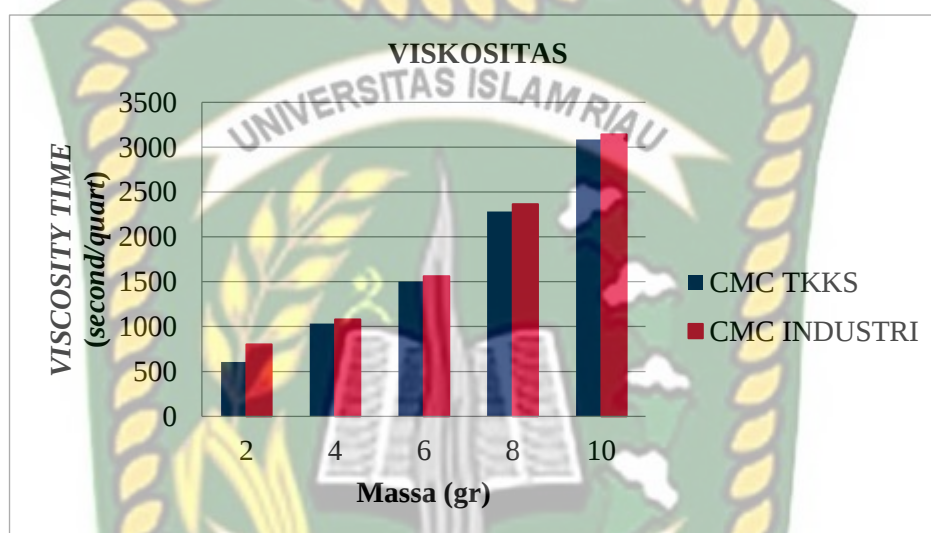
4..1 Viskositas

Viskositas adalah tahanan fluida terhadap aliran atau gerakan yang penting untuk laminar flow. Istilah *thick mud* digunakan untuk lumpur dengan viskositas tinggi (kental), sedangkan sebaliknya adalah *thin mud* (encer). Viskositas lumpur diukur dengan menggunakan *marsh funnel* dengan menentukan waktu alirannya dengan menggunakan *stopwatch* (Kurniawan, 2015). Adapun nilai dan grafik dari kedua *sample* yaitu :

Tabel 4.2 Hasil Pengamatan viskositas CMC TKKS dan CMC industri

No	Berat CMC (gr)	Viskositas (<i>second</i>)	
		CMC TKKS	CMC Industri
1	2	605	802

2	4	1035	1081
3	6	1502	1560
4	8	2283	2364
5	10	3086	3144



Gambar 4.1 Grafik viskositas dari CMC TKKS dan CMC industri

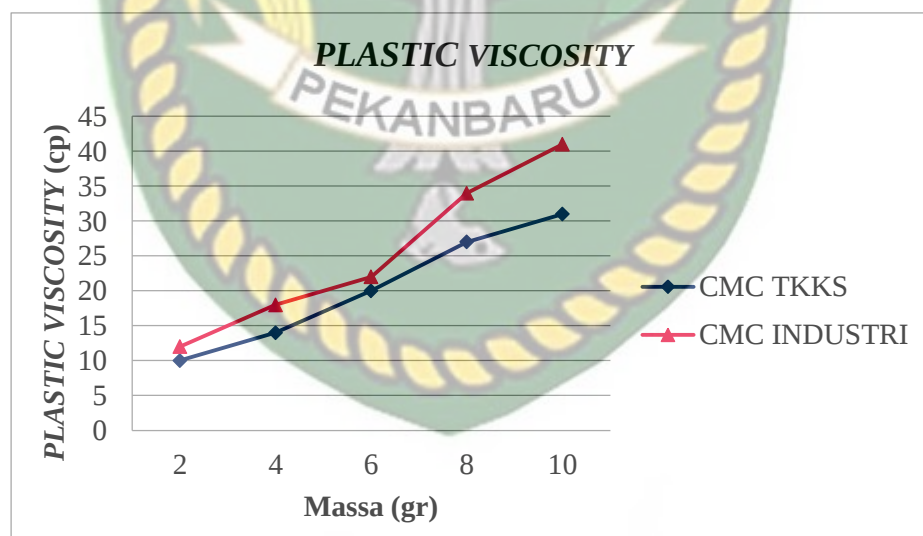
Pada gambar 4.1 bisa dilihat nilai dari viskositas CMC TKKS mampu hampir menyamai dari nilai CMC industri bisa dilihat dari nilai perbandingan kedua CMC tersebut tidak terlalu jauh dimana nilainya yaitu pada CMC TKKS 605 *second* untuk *sample* 2 gr, 1035 *second* untuk *Sample* 4 gr, 1502 *second* untuk *sample* 6 gr, 2283 *second* untuk *sample* 8 gr, 3086 *second* untuk *sample* 10 gr sedangkan nilai dari CMC industri yaitu 802 *second* untuk *sample* 2 gr, 1081 *second* untuk *sample* 4 gr, 1560 *second* untuk *sample* 6 gr, 2364 *second* untuk *sample* 8 gr, 3144 *second* untuk *sample* 10 gr. Nilai ini termasuk dalam kategori viskositas tinggi, hal ini disebabkan karena dari sifat CMC TKKS sendiri yang mampu mengikat air dan pengaruh dari *bentonite* yang dipakai berasal dari clay alami dari suatu lapangan Perusahaan X. viskositas lumpur dengan tambahan CMC TKKS ini tergolong *thick mud* (kental).

4.2. Plastic Viscosity

Menurut Rubiandini, 2010 *plastic visvosity* seringkali digambarkan sebagai bagian dari resistensi untuk mengalir yang disebabkan oleh friksi mekanik. Adapun nilai dan grafik dari kedua *sample* yaitu :

Tabel 4.3 Hasil Pengamatan *plastic viscosity* CMC TKKS dan CMC industri

No	Berat CMC (gr)	<i>Plastic viscosity</i> (cp)	
		CMC TKKS	CMC Industri
1	2	10	12
2	4	14	18
3	6	20	22
4	8	27	34
5	10	31	41



Gambar 4.2 Grafik *plastic viscosity* dari CMC TKKS dan CMC industri

Bisa kita lihat dari gambar grafik 4.2 *sample* lumpur pemboran yang terkandung CMC TKKS hanya mampu menyamai *sample* CMC industri pada *sample* 2 gr, 4 gr, dan 6 gr dengan nilai *range* 2 cp dan 4 cp yang hampir mampu mendekati nilai dari *sample* CMC industri, akan tetapi tidak untuk *sample* 8 gr

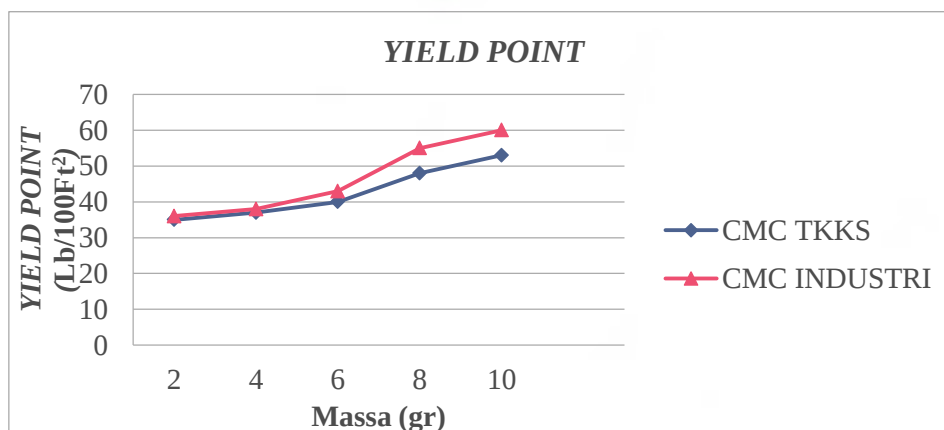
dan 10 gr *sample* CMC TKKS dimana dengan jarak nilai *range* 7 cp dan 10 cp dengan *sample* CMC industri. Dimana pada nilai dari *sample* CMC TKKS yaitu pada 2 gr 10 cp, 4 gr 14 cp, 6 gr 20 cp, 8 gr 27 cp, dan 10 gr 31 cp sedangkan nilai dari *sample* CMC industri yaitu pada 2 gr 12 cp, 4 gr 18 cp, 6 gr 22 cp, 8 gr 34 cp dan 10 gr 41. Akan tetapi meskipun *sample* CMC TKKS pada 8 gr dan 10 gr tidak mampu mendekati nilai dari *sample* CMC industri, namun *sample* CMC TKKS 8 gr dan 10 gr tetap mengalami kenaikan. Besar *plastic viscosity* dipengaruhi oleh kandungan padatan dan ukuran padatan, semakin banyak padatan yang dibawa maka semakin *viscos* (Arif et al., 2001).

4.3 Yield Point

Menurut Rubiandini, 2010 *Yield point* merupakan gaya *dimanic* yang menahan *cutting* agar tidak kembali jatuh ke dasar sumur pada saat sirkulasi lumpur sedang berlansung. Adapun nilai dan grafik dari kedua *sample* yaitu :

Tabel 4.4 Hasil Pengamatan *yield point* CMC TKKS dan CMC industri

No	Berat CMC (gr)	<i>Yield point</i> (lb/100 ft ²)	
		CMC TKKS	CMC Industri
1	2	35	36
2	4	37	38
3	6	40	43
4	8	48	55
5	10	53	60



Gambar 4.3 Grafik *yield point* dari CMC TKKS dan CMC industri

Dilihat dari gambar 4.3 grafik *yield point* CMC TKKS dan CMC industri ada 3 *sample* dari CMC TKKS yang mampu menyamai *Sample* lumpur CMC industri sedangkan 2 *sample* CMC TKKS lainnya mulai tidak mampu menyamai CMC industri. Hal ini dikarenakan CMC industri terbuat dari bahan alami berbeda halnya dengan CMC TKKS. Dimana nilai dari *sample* CMC TKKS tersebut yaitu pada *sample* 2 gr 35 lb/100 ft², 4 gr 37 lb/100 ft², 6 gr 40 lb/100 ft², 8 gr 48 lb/100 ft⁰⁰³², dan 10 gr 53 lb/100 ft² sedangkan nilai dari *sample* CMC industri yaitu 2 gr 36 lb/100 ft², 4 gr 38 lb/100 ft², 6 gr 43 lb/100 ft², 8 gr 55 lb/100 ft² dan 10 gr lb/100 ft². Pada *sample* lumpur yang berkomposisi 2 gr, 4 gr dan 6 gr CMC TKKS yang hanya mampu menyamai *sample* dari CMC industri sedangkan pada *sample* lumpur CMC TKKS yang berkomposisi 8 gr, dan 10 gr tidak mampu menyamai nilai dari *sample* lumpur CMC industri akan tetapi meskipun tidak mampu menyamai nilai CMC industri nilai dari *yield point* CMC TKKS terus mengalami kenaikan.

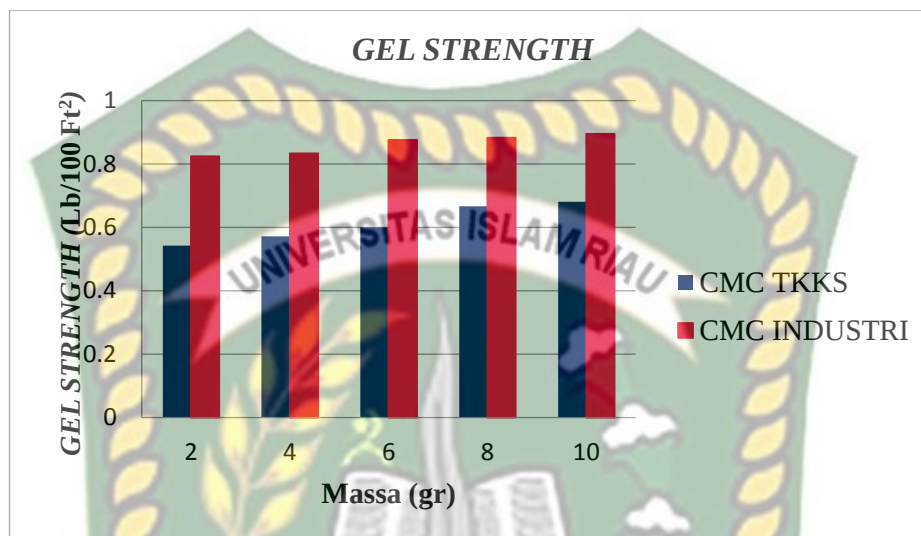
4.4 Gel Strengh

Lumpur akan mengagar atau menjadi *gel* apabila tidak ada sirkulasi, hal ini disebabkan oleh gaya tarik menarik antara partikel padatan yang terkandung dalam lumpur, gaya mengegel ini disebut dengan *gel strength*. Pada saat lumpur berhenti sirkulasi lumpur harus mampu menahan *cutting* dan material pemberat lumpur agar tidak jatuh dan mengendap didasar lubang bor (Kurniawan, 2015). Adapun nilai dan grafik dari kedua *sample* yaitu :

Tabel 4.5 Hasil Pengamatan *gel strength* CMC TKKS dan CMC industri

No	Berat CMC (gr)	<i>Gel strength</i> (lb/100 ft ²)	
		CMC TKKS	CMC industri
1	2	0.54	0.82
2	4	0.57	0.83
3	6	0.6	0.87

4	8	0.66	0.88
5	10	0.68	0.89



Gambar 4.4 Grafik *gel strength* dari CMC TKKS dan CMC Industri

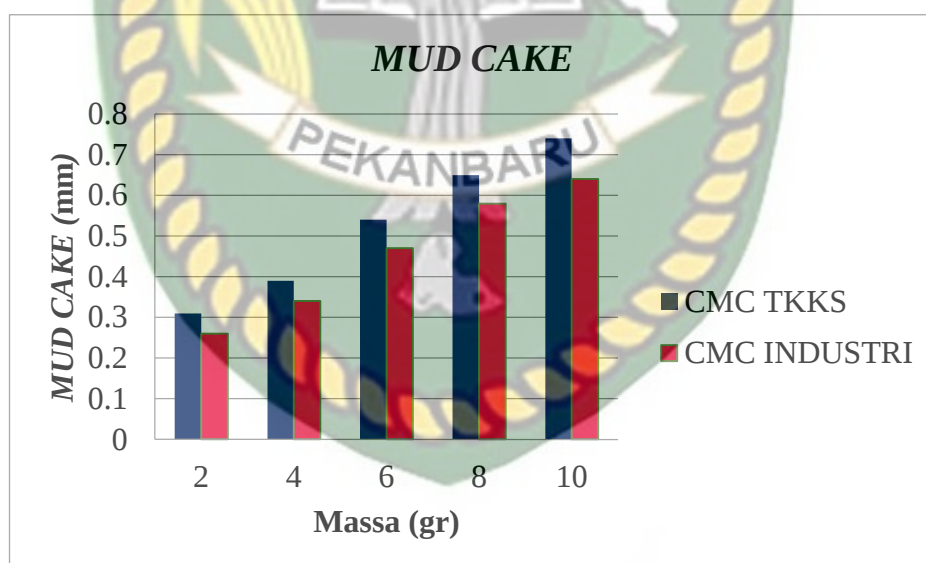
Dilihat pada nilai tabel 4.5 bisa kita lihat perbandingan nilai *gel strength* antara *sample* lumpur terkandung CMC TKKS dengan CMC industri tidak jauh berbeda dimana nilai dari *sample* lumpur CMC TKKS yaitu pada *sample* 2 gr bernilai 0,54 lb/100 ft², *sample* 4 gr bernilai 0,57 lb/100 ft², *sample* 6 gr bernilai 0.6 lb/100 ft², *sample* 8 gr bernilai 0.66 lb/100 ft² dan *sample* 10 gr bernilai lb/100 ft² sedangkan nilai dari *sample* lumpur CMC industri yaitu pada *sample* 2 gr bernilai 0,82 lb/100 ft², *sample* 4 gr bernilai 0,83 lb/100 ft², *sample* 6 gr bernilai 0,87 lb/100 ft², *sample* 8 gr bernilai lb/100 ft² dan *sample* 10 gr bernilai 0,89. Perbandingan nilai pada kedua *sample* tersebut tidak jauh berbeda dan pada setiap penambahan CMC TKKS nilai *gel strength* terus menaik begitu pula halnya dengan CMC industri, hal ini bisa disimpulkan bahwa CMC TKKS mampu mencapai nilai standar dari CMC industri yang berarti CMC TKKS mampu sebagai pengganti CMC industri untuk menahan serpihan *cutting* pada lubang bor agar tidak jatuh atau mengendap didasar lubang bor

4.5 Mud Cake

Mud cake terbentuk saat lumpur pengeboran (*drilling mud*) bertemu dengan air formasi dan menempel dibatuan permeabel tersebut sehingga terbentuk sehingga terbentuknya *mud cake*. Hasilnya adalah diameter lubang bor akan menyempit pada bagian ini (Amin, V. I. 2017). Adapun nilai dan grafik dari *mud cake* pada sample CMC TKKS dan CMC industri yaitu :

Tabel 4.6 Hasil Pengamatan *mud cake* CMC TKKS dan CMC industri

No	Berat CMC (gr)	Mud Cake (mm)	
		CMC TKKS	CMC industri
1	2	0.31	0.26
2	4	0.39	0.34
3	6	0.54	0.47
4	8	0.65	0.58
5	10	0.74	0.64



Gambar 4.5 Grafik *mud cake* dari CMC TKKS dan CMC industri

Dilihat dari data table 4.6 nilai dari *mud cake* pada *sample* CMC TKKS lebih tinggi dari pada *sample* CMC industri hal ini dikarenakan *sample* CMC TKKS terbuat dari bahan alami yang bersifat berserat sehingga hal ini lah yang membuat nilai *mud cake* CMC TKKS lebih tinggi atau tebal dari pada CMC

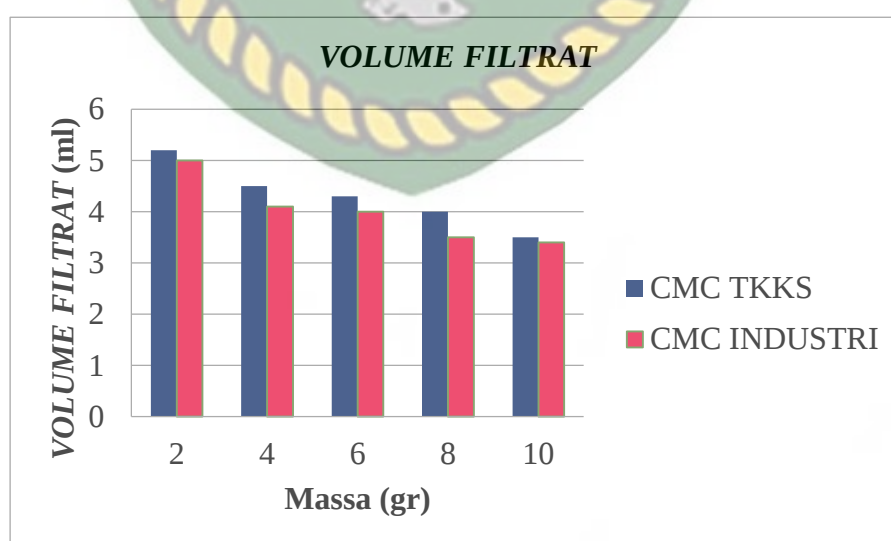
industri, menurut Grahadiwin (2015) *Mud cake* yang bagus adalah setipis mungkin yaitu $< 1,5$ mm. Berdasarkan pada gambar 4.5 pada *sample* 2 gr, 4 gr, 6 gr, 8 gr, dan 10 gr CMC TKKS masih dibawah 1,5 mm begitu pula CMC industri maka dari itu bisa dikatakan CMC TKKS bisa memenuhi standar pada CMC industri.

4.6 Volume Filtration Loss

Filtration loss adalah kehilangan sebagian fasa cair (*filtrate*) lumpur yang masuk kedalam formasi permeable. Adapun nilai dari *volume filtration loss* pada *sample* lumpur CMC TKKS dan CMC industri sebagai berikut :

Tabel 4.7 Hasil Pengamatan *volume filtration* CMC TKKS dan CMC industri

No	Berat CMC (gr)	Volume Filtration (ml)	
		CMC TKKS	CMC industri
1	2	5.2	5
2	4	4.5	4.1
3	6	4.3	4
4	8	4	3.5
5	10	3.5	3.4



Gambar 4.6 Grafik *volume filtration* dari CMC TKKS dan CMC industri

Menurut Fitrianti, 2017 *Filtration loss* yang terlalu besar berpengaruh jelek terhadap formasi maupun terhadap lumpurnya sendiri, karena dapat menyebabkan terjadinya *formation damage* dan lumpur akan kehilangan banyak cairan. Dilihat dari gambar 4.6 grafik pada *volume filtration* dari CMC TKKS dan CMC industri tidak jauh berbeda dan setiap penambahan CMC TKKS pada *sample* 2 gr, 4 gr, 6 gr, 8 gr, dan 10 gr didapatkan pengurangan nilai *volume filtration*. Dapat disimpulkan bahwa CMC TKKS berperan dengan cukup baik dalam mengurangi *loss circulation*.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Dari hasil penelitian penggunaan tandan kosong kelapa sawit sebagai *additive* CMC pengganti dari CMC industri dan pengaruh terhadap *rheology* lumpur yang telah dilakukan, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil dari pengujian viskositas, *plastic viscosity*, *yield point* dan *gel strength* terhadap lumpur dengan penambahan CMC TKKS dan CMC Industri memiliki pengaruh yang signifikan, dimana disetiap penambahan sampelnya mengalami kenaikan secara linear. Seperti pada pengujian viskositas lumpur dengan CMC TKKS pada 2 gr dengan nilai 605 *second* dan pada 8 gr dengan nilai 2283 *second*. Pengujian *plastic viscosity* lumpur dengan CMC TKKS pada 2 gr dengan nilai 10 cp dan pada 8 gr dengan nilai 27 cp. Pengujian *yield point* lumpur dengan CMC TKKS pada 2 gr dengan nilai 35 lb/100 ft² dan pada 8 gr dengan nilai 48 lb/100 ft². Pengujian *gel strength* pada lumpur dengan CMC TKKS pada 2 gr dengan nilai 0,541 lb/100 ft² dan pada 8 gr dengan nilai 0,666 lb/100 ft².
2. Hasil dari pengujian *mud cake* dan *volume filtration loss* terhadap lumpur dengan penambahan CMC TKKS dan CMC industri memiliki pengaruh yang signifikan terhadap penelitian ini, hal ini dikarenakan pada setiap penambahan sampel CMC TKKS dan CMC industri terhadap lumpur dapat mengurangi *filtrate* lumpur. Seperti pada pengujian *mud cake* sampel lumpur dengan penambahan CMC TKKS pada 2 gr dengan nilai 0,31 cm dan sedangkan 8 gr dengan nilai 0,65 cm dan pada pengujian *volume filtration loss* sampel lumpur dengan penambahan CMC TKKS pada 2 gr dengan nilai 5,2 ml sedangkan pada 8 gr dengan nilai 4 ml. Pada pengujian *mud cake* dan *volume filtration loss* disetiap penambahan *additive* pada

baik itu pada sampel lumpur CMC TKKS dan CMC Industri akan mengalami penurunan nilai dari *mud cake* dan *filtrate*.

5.2 SARAN

Dari hasil penelitian penggunaan tandan kosong kelapa sawit sebagai *additive* CMC pengganti dari CMC industri dan pengaruh terhadap *rheology* lumpur disarankan untuk penelitian selanjutnya yaitu :

1. Menghitung nilai keekonomisan CMC TKKS jika seandainya CMC TKKS ini diterapkan disuatu lapangan pemboran atau perusahaan.



DAFTAR PUSTAKA

- Abe, K., & Yano, H. (2009). Comparison of the characteristics of cellulose microfibril aggregates of wood, rice straw and potato tuber. *Cellulose*, 16(6), 1017-1023.
- Ailin, A., Yarangga, C., Agus, D., & Harjanto. (2017). Studi Grafir Berdasarkan Analisis Petrografi dan Sem/Edx pada Daerah Windesi Kabupaten Teluk Wondama , Provinsi Papua. *Prosiding Seminar Nasional XII "Rekayasa Teknologi Industri Dan Informasi 2017,"* 185–191.
- Anggraini, D., & Roliadi, H. (2011). Pembuatan pulp dari tandan kosong kelapa sawit untuk karton pada skala usaha kecil. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 29(3), 211-225.
- Amin, V. I. (2017). *Prediksi Kedalaman Lapisan Batuan Gamping di Area Selat Sunda Utara Menggunakan Multilayer Perceptron Duelist Algortihm*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Arif, L., Buntoro, A., Sudarmoyo, & Rubiandini, R. (2001). Penelitian Sifat-Sifat Rheologi Lumpur Filtrasi Rendah Pada Temperatur Tinggi. *Proceeding Simposium Nasional IATMI*.
- Br Brito, B. M. A., Bastos, P. M., Gama, A. J. A., Cartaxo, J. M., Neves, G. A., & Ferreira, H. C. (2018). Effect of carboxymethylcellulose on the rheological and filtration properties of bentonite clay samples determined by experimental planning and statistical analysis. *Cerâmica*, 64(370), 254-265.
- Edition, E., Api, C., Annex, M., Part, A. S., & National, O. F. U. S. (2015). *Specification for Drilling Fluids Materials*. 2009(July).

Fatimah, T. (2016). *Pemanfaatan Selulosa Dari Tandan Kosong Sawit Untuk Sintesis dan Karakterisasi Carboxymethyl cellulose (CMC)*. Bandar Lampung: Universitas Lampung.

Fitrianti, F. (2012). Pengaruh Lumpur Pemboran Dengan Emulsi Minyak Terhadap Kerusakan Formasi Batu Pasir Lempungan (Analisa Uji Laboratorium). *Journal of Earth Energy Engineering*, 1(1), 67-79.

Fuadi, A. M., & Pranoto, H. (2016). Pemanfaatan limbah tandan kosong kelapa sawit sebagai bahan baku pembuatan glukosa. *Jurnal Chemica*, 3(1), 1-5.

Ghazali, N. A., Alias, N. H., Mohd, T. A. T., Adeib, S. I., & Noorsuhana, M. Y. (2015). Potential of Corn Starch as Fluid Loss Control Agent in Drilling Mud. In *Applied Mechanics and Materials* (Vol. 754, pp. 682-687). Trans Tech Publications.

Grahadiwin, P., Zabidi, L., & Rosyidan, C. (2016). *Studi Laboratorium Pengujian Fiber Mat Sebagai Loss Circulation Materials dan Pengaruhnya Terhadap Sifat Rheology Lumpur Berbahan Dasar Minyak*. Jakarta: Universitas Trisakti.

Hamid, A. (2018). Studi Pemanfaatan Ampas Tebu Sebagai Lost Circulation Material (LCM) dan Pengaruhnya Terhadap Sifat Rheologi Lumpur. *Petro*, 6(1), 12-20.

Harry, T. F., Oduola, K., Ademiluyi, F. T., & Joel, O. F. (2017). Application of Starches from Selected Local Cassava (*Manihot Exculenta* Crantz) as Drilling Mud Additives. *American Journal of Chemical Engineering*, 5(3-1), 10-20.

Herawati, I. H., & Rita, N. (2017). Studi Laboratorium Pemanfaatan Abu Ampas Tebu Untuk Peningkatan Strength Semen Pemboran. *Jurnal Teknologi Minyak dan Gas Bumi Vol.14*, 47-54.

Hong, K. M. (2013). Preparation and Characterization of Carboxymethyl Cellulose From Sugarcane Bagasse. *IEEE International Symposium on Applications of Ferroelectrics*.

Maulana, B., Satiyawira, B., & Rosyidan, C. (2015). Pengaruh Pemakaian Konsentrasi K-Soltex dan Bore Trole Terhadap Sifat Rheology Lumpur Sistem KCL / Polimer Untuk Mengatasi Perkembangan Shale Di Laboratorium Universitas Trisakti. *Seminar Nasional Cendekiawan 2015*, 271-276.

Nisa, D., Dwi, W., & Putri, R. (2013). PEMANFAATAN SELULOSA DARI KULIT BUAH KAKAO (Teobroma cacao L.) SEBAGAI BAHAN BAKU PEMBUATAN CMC (Carboxymethyl Cellulose)[IN PRESS JULI 2014]. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 2(3), 34-42..

Nuringtyas, T. R. (2010). *Karbohidrat*. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada.

Nur, S., Dody, N., & Rejeki, H. S. (2005). Laboratory study of high temperature additive to rheology properties of drilling mud under dynamic conditions. In *Proceeding World Geothermal Congress, Antalya, Turkey* (Vol. 24, p. 29).

Novrianti, N., & Umar, M. (2015). Optimasi Hidrolika Lumpur Pemboran Menggunakan Api Modified Power Law Pada Hole 8½ Sumur X Lapangan Mir. *Journal of Earth Energy Engineering*, 4(2), 15-28.

Pendidikan, D. J. (2013). *Lumpur dan Hidrolika Lumpur Pemboran*. Jakarta: Kementerian Pendidikan Dan Kebudayaan Republik Indonesia.

Perkebunan, D. J. (2017). *Statistik Perkebunan Indonesia Kelapa Sawit 2015-2017*. Jakarta: Sekretariat Direktorat Jendral Perkebunan.

Permatasari, L. (2012). *Pembuatan Senyawa Karbon Metil Selulosa (CMC)*. Bandung: Politeknik Negeri Bandung.

Purnawanto, W., & Sparringga, R. (2000). Pemanfaatan Tandan Kosong Kelapa Sawit dan Batang Kelapa Sawit Bahan Baku Pulp Kertas. *Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia*.

Prabawati, S. Y., & Wijaya, A. G. (2008). Utilization of Paddy Husk and Banana Pseudostem as Alternative Material of Paper Making. *Jurnal Aplikasi Ilmu-Ilmu Agama (Aplikasia)*, IX(1), 44–56.

Riany, B., Hamid, A., & Satiawati, L. (2016, April). Evaluasi Penggunaan Oil Base Mud Smooth Fluid (Sf 05) terhadap Formasi Shale pada Sumur B di Lapangan R. In *PROSIDING SEMINAR NASIONAL CENDEKIAWAN*.

Richana, N., Prastowo, B., Purwantana, B., & Nuralamsyah, A. (2011). Diversifikasi Tandan Kosong Kelapa Sawit Untuk Biofuel Generasi 2 untuk Reduksi 3 MCPD. *Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan*.

Rubiandini, R. (2010). Additive Lumpur Pemboran Drill-009. In *Teknik Pemboran dan Pratikum*. Bandung: Institut Teknologi.

Rubiandini, R. (2010). Lumpur Pemboran Drill-005. In *Teknik Pemboran dan Pratikum*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.

Suhascaryo, N., Rubiandini, R., & Handayani. (2001). Studi Laboratorium Additif Temperatur Tinggi Terhadap Sifat - Sifat Rheology Lumpur Pemboran Pada Kondisi Dinamis. *Proceeding of The 5 th Inaga Annual Scientific Conference & Exhibitions*. Yogyakarta.

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.

Wijaya, S. M., Pitaloka, A. B., & Saputra, A. H. (2017). Sintesis dan Karakterisasi Carboxymethyl Cellulose (CMC) dari Selulosa Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) dengan Media Reaksi Isopropanol Etanol. *Depok: Universitas Indonesia. Hal*, 1(1), 1-2.

