

**PENGARUH ADITIF NANOPARTIKEL KARBON TERHADAP
FILTRATION LOSS LUMPUR PEMBORAN**

TUGAS AKHIR

UNIVERSITAS ISLAM RIAU

Diajukan Guna Melengkapi Syarat Dalam Mencapai Gelar Sarjana Teknik

OLEH :

FONI RAHMA YENI
NPM : 153210677

PEKANBARU



**PROGRAM STUDI TEKNIK PERMINYAKAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM RIAU
PEKANBARU
2019**

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas akhir ini disusun oleh :

Nama : Foni Rahma Yeni

NPM : 153210677

Program Studi : Teknik Perminyakan

Judul Skripsi : Pengaruh Aditif Nanopartikel Karbon Terhadap
Filtration Loss 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 : Dr. Mursyidah, M.Sc (.....)

Penguji I : M.Ariyon, ST., MT (.....)

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

Ditetapkan di : Pekanbaru

Tanggal : 30 November 2019

Disahkan Oleh:


DEKAN
FAKULTAS TEKNIK

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

KETUA PROGRAM STUDI
TEKNIK PERMINYAKAN


Dr. ENG. MUSLIM, MT

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir ini merupakan karya sendiri dan semua sumber yang tercantum didalamnya baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar sesuai ketentuan. Jika terdapat unsur penipuan atau pemalsuan data maka saya bersedia dicabut gelar yang telah saya peroleh

Pekanbaru, 30 November 2019



Foni Rahma Yeni
NPM. 153210677



KATA PENGANTAR

Rasa syukur diucapkan kepada Allah Subhannahu wa Ta'ala karena atas rahmat dan karunia-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 saya dalam menyelesaikan tugas akhir ini serta memperoleh ilmu pengetahuan selama kuliah. Tanpa bantuan dari mereka tentu akan sulit rasanya untuk mendapatkan gelar sarjana teknik ini. Oleh karena itu saya ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Ibu Dr. Mursyidah, M. Sc selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu dan pikiran untuk memberi arahan maupun masukan dalam penyusunan tugas akhir ini.
2. Ketua Prodi Bapak Dr. Eng. Muslim, M.T dan sekretaris program studi Ibu Novrianti S.T., M.T serta dosen-dosen yang banyak membantu terkait perkuliahan, ilmu pengetahuan, dan dukungan yang telah diberikan.
3. Kedua orang tua, Bapak Ermansyah dan Ibu Ardiusna, abang saya Beri Ferdian, Muhammad Ori dan adik saya Riska Cermenda yang selalu memotivasi dan memberikan dukungan baik berupa moril maupun materil hingga saat ini.
4. Bapak Idham Khalid, S.T., M.T. selaku Ka. Laboratorium Teknik Pemboran dan Ibu Eka Kusuma Dewi, S.T. selaku Laboran Laboratorium Analisa Fluida Reservoir.
5. Kak Nur Hadziqoh, M.Si yang sudah membantu saya menggunakan alat pyrolysis.
6. Kak Siska Puspa Sari, S.T. yang telah menyumbangkan air deionisasi kepada saya sehingga penelitian saya jadi berjalan dengan lancar.
7. Terimakasih juga saya sampaikan kepada **Universiti Teknologi PETRONAS-Universitas Islam Riau Collaborative Project** dengan

kontrak penelitian bersama, Nomor: 437/KONTRAK/LPPM-UIR-9-2018
yang telah mensupport penelitian saya ini.

8. Seluruh teman-teman Teknik Perminyakan angkatan 2015 terkhusus angkatan 2015 kelas C yang telah memberi semangat kepada saya dan sama-sama berjuang dari pertama kuliah.

Semoga Allah selalu melindungi dan membalas kebaikan semua pihak yang sudah membantu saya. Semoga Tugas Akhir ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Pekanbaru, 30 November 2019

Foni Rahma Yeni



DAFTAR ISI

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. MANFAAT PENELITIAN.....	3
1.4. BATASAN MASALAH.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 LUMPUR PEMBORAN.....	4
2.2 FUNGSI LUMPUR PEMBORAN.....	5
2.3 JENIS-JENIS LUMPUR PEMBORAN.....	7
2.4 SIFAT-SIFAT FISIK LUMPUR PEMBORAN.....	9
2.5 <i>LOSS CIRCULATION</i> MATERIAL (LCM).....	10
2.6 KARBON AKTIF.....	14
2.7 NANOPARTIKEL KARBON.....	15
2.8 PENELITIAN SEBELUMNYA.....	18
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	18
3.1 URAIAN METODOLOGI PENELITIAN.....	18

3.2	DIAGRAM ALIR PENELITIAN	18
3.3	ALAT, BAHAN DAN PROSEDUR.....	20
3.3.1	Peralatan Penelitian.....	20
3.3.2	Bahan Penelitian.....	24
3.3.3	Prosedur Pembuatan dan Pengujian Nanopartikel Karbon	25
3.3.4	Prosedur Pembuatan lumpur Standar API.....	25
3.3.5	Prosedur Pembuatan lumpur Standar API + Nanopartikel Karbon	26
3.3.6	Prosedur Pengujian <i>Filtration Loss</i> dan <i>Mud Cake</i>	26
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	27
4.1	KARAKTERISASI NANOPARTIKEL KARBON.....	27
4.1.1	Karakterisasi Menggunakan FTIR	27
4.1.2	Karakterisasi Menggunakan <i>Scanning Electron Microscopy</i> (SEM)	29
4.1.3	Karakterisasi Menggunakan <i>Energy-dispersive X-ray spectroscopy</i> (EDS).....	30
4.1.4	Karakterisasi Menggunakan UV-VIS	32
4.2.5	Karakterisasi Menggunakan XRD	33
4.2	PENGARUH PENAMBAHAN NANOPARTIKEL KARBON TERHADAP LUMPUR PEMBORAN.....	35
4.2.1	<i>Filtration Loss</i>	35
4.2.2	<i>Mud Cake</i>	35
BAB V	KESIMPULAN.....	37
5.1	KESIMPULAN	37
5.2	SARAN.....	37
	DAFTAR PUSTAKA	38
	LAMPIRAN.....	42

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Jenis-jenis Formasi Penyebab <i>Loss Circulation</i>	19
Gambar 2.2	a. Karbon Aktif dalam Bentuk Serbuk	19
Gambar 2.2	b. Struktur Fisika Karbon Aktif	19
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian	19
Gambar 3.2	Oven	20
Gambar 3.3	Timbangan Digital	20
Gambar 3.4	Pyrolysis	21
Gambar 3.5	Mortar	21
Gambar 3.6	Ultrasonic	22
Gambar 3.7	Mud Mixer and Cup	22
Gambar 3.8	Filter Press (LPLT)	23
Gambar 3.9	BS & W Sentrifugasi	23
Gambar 3.10	Sieve Analysis 300 Mesh	24
Gambar 4.1	Grafik hasil Pengujian FTIR nanopartikel karbon dan karbon aktif	28
Gambar 4.2	Hasil pengujian SEM (a) karbon aktif dan (b) nanopartikel karbon dengan perbesaran 10000 x	30

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Hasil pengujian <i>filtration loss</i> antara lumpur standar dan lumpur yang ditambahkan nanopartikel karbon 0,5 gr.....	36
Tabel 4.2 Hasil pengujian <i>mud cake</i> antara lumpur standar dan lumpur yang ditambahkan nanopartikel karbon 0,5 gr.....	36



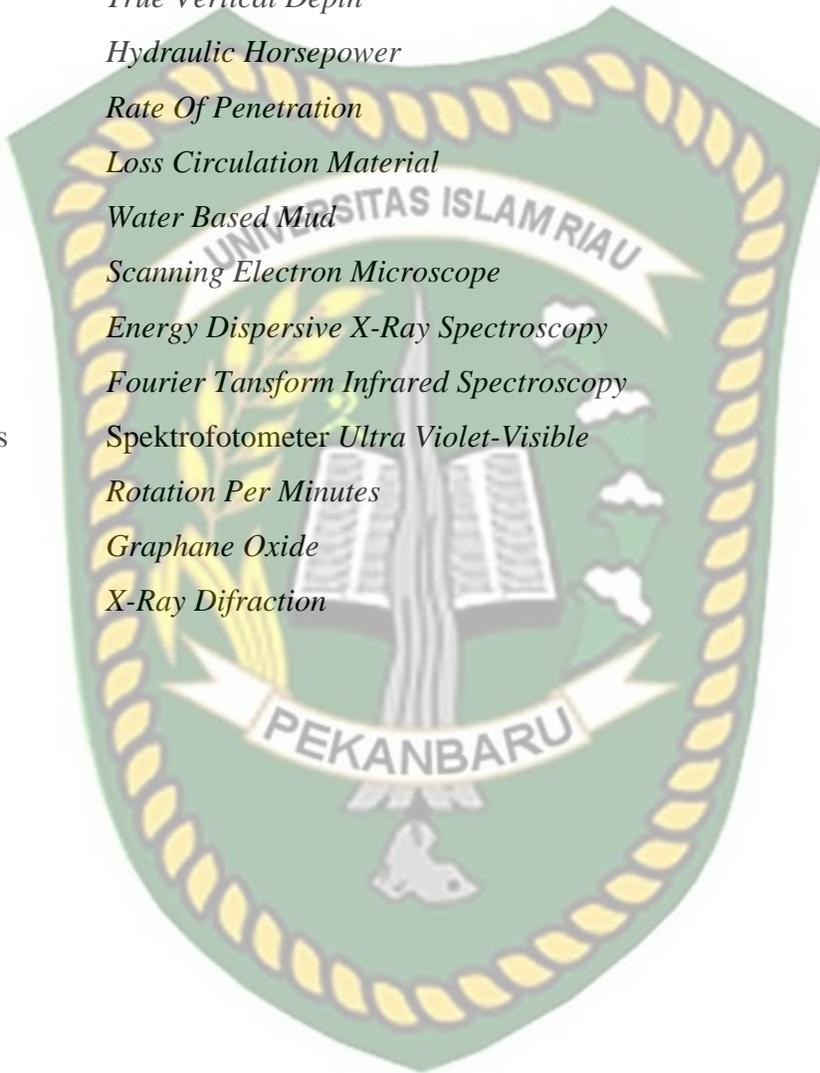
DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data penurunan berat cangkang kelapa sawit setelah di panaskan, di <i>pyrolysis</i> dan di mesh	42
Lampiran 2. Data tabel IR	43
Lampiran 3. Data kualitatif analisis XRD.....	44



DAFTAR SINGKATAN

API	<i>American Petroleum Institute</i>
CMC	<i>Carboximethyl Cellulose</i>
TVD	<i>True Vertical Depth</i>
HHP	<i>Hydraulic Horsepower</i>
ROP	<i>Rate Of Penetration</i>
LCM	<i>Loss Circulation Material</i>
WBM	<i>Water Based Mud</i>
SEM	<i>Scanning Electron Microscope</i>
EDS	<i>Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy</i>
FTIR	<i>Fourier Transform Infrared Spectroscopy</i>
Uv-Vis	<i>Spektrofotometer Ultra Violet-Visible</i>
RPM	<i>Rotation Per Minutes</i>
GO	<i>Graphane Oxide</i>
XRD	<i>X-Ray Difrraction</i>



DAFTAR SIMBOL

nm	nano meter
mm	mili meter
gr	gram
D atau d	<i>depth</i>
Ft	<i>feet</i>
Ph	<i>hydraulic pressure</i>
Pm	tekanan hidrostatik lumpur
Ppg	<i>pounds per gallon</i>
C	carbon
cm	centi meter
ml	mili liter
T	temperatur
t	<i>time</i>
BF	<i>bouoyancy factor</i>
Atm	<i>atmosphere</i>
lb	<i>pounds</i>
gal	galon
k	<i>conversion constant</i>
MW	<i>mud density</i>
Psi	<i>pounds square inch</i>
ρ_m	densitas lumpur pemboran
au	<i>arbitrary unit</i>



PENGARUH ADITIF NANOPARTIKEL KARBON TERHADAP *FILTRATION LOSS* LUMPUR PEMBORAN

FONI RAHMA YENI
153210677

ABSTRAK

Penggunaan aditif *Lost Circulation Material* (LCM) yang tepat merupakan salah satu faktor penting untuk menentukan keberhasilan proses pemboran minyak dan gas bumi. Aditif yang biasa digunakan industri saat ini adalah CMC, PAC dan KCL. Seiring perkembangan sains dan teknologi, ditemukan material dengan ukuran sangat kecil yang berpeluang sebagai material alternatif yang lebih baik dibandingkan dengan material yang berukuran mikro. Nanopartikel karbon merupakan bahan yang sangat populer diteliti saat ini karena memiliki sifat fisik yang unik seperti absorpsi yang memungkinkan *filter cake* menjadi padat karena mampu mengikat fluida pemboran sehingga akan mengurangi hilangnya filtrat. Selain itu, nanopartikel karbon juga memiliki sifat yang mampu mengikat fluida pemboran karena memiliki pori-pori yang sangat banyak dan tersusun.

Karbon dihasilkan melalui metode *thermal* yaitu metode pirolisis. Metode pirolisis dipilih untuk membentuk karbon dari material organik cangkang kelapa sawit karena metode ini lebih efektif dan ramah lingkungan. Karbon di sonikasi untuk mendapatkan material nanopartikel karbon. Untuk mengetahui keberhasilan nanopartikel karbon telah dilakukan beberapa karakterisasi seperti karakterisasi FTIR, SEM, EDX, Uv-Vis dan XRD. Untuk mengetahui pengaruh nanopartikel karbon terhadap *filtration loss* dan *mud cake* lumpur pemboran telah dilakukan pengujian dengan menambahkan 0,5 gr nanopartikel karbon ke dalam lumpur pemboran menggunakan alat yang bernama *filter press*.

Berdasarkan hasil karakterisasi FTIR menunjukkan adanya ikatan O-H, C=O, C=C dan C-O, kehadiran ikatan kimia ini membuktikan bahwa karbon yang dihasilkan telah menjadi nanopartikel yang disebut *Graphene Oxide* (GO). Morfologi yang dihasilkan dari pengujian SEM menunjukkan nanopartikel memiliki pori-pori yang lebih banyak dan teratur, dan unsur yang terkandung dalam nanopartikel karbon hanya C dan O. Karakterisasi Uv-Vis terlihat puncak absorpsi pada panjang gelombang 269 nm yang membuktikan material tersebut adalah nanopartikel *Graphene Oxide*. Hasil karakterisasi XRD memperlihatkan bahwa material berbentuk amorf dan terdapat puncak grafit pada $26,64^\circ$, ini menandakan bahwa nanopartikel karbon sudah terbentuk dengan baik. Kemudian, dari hasil pengujian lumpur dengan penambahan 0,5 gr nanopartikel karbon telah dapat mengurangi *filtration loss* dari 13,9 ml menjadi 10,8 ml, begitu juga dengan *mud cake* yang berkurang dari 2 mm menjadi 1,2 mm.

Kata Kunci: Nanopartikel Karbon, *Filtration Loss*, *Mud Cake*, *Pyrolysis*, Aditif

THE EFFECT OF CARBON NANOPARTICLES ADDITIVE TOWARDS THE FILTRATION LOSS OF DRILLING MUD

FONI RAHMA YENI

153210677

ABSTRACT

The usage of precise amount of Lost Circulation Material (LCM) additive is one of the important factors to decide the effectiveness of drilling process. The commonly use additive in current industry is CMC, PAC and KCL. With the advancement of technology and science, the discovery of very small dimension material is deemed to be possible alternative compared to micro material. Carbon Nanoparticle is a very popular material in nowadays due to its unique physical characteristics such as absorption that will causes the solidification of filter cake as it is able to bond the drilling fluid until the filtrate loss is reduced. Meanwhile, carbon nanoparticle also posses the characteristic of bonding the drilling fluid due its nature of having enormous pores tht are well arranged.

Carbon produced by the thermal method, which is called the pyrolysis method. Pyrolysis method is chosen to form carbon from organic material such as palm oil shell as this method is more effective and envirotnmentally friendly. The carbon undergoes the sonification process to obtain the carbon nanoparticle. To verify the effectiveness of carbon nanoparticles, the nanoparticles undergoes characterization processes such as FTIR, SEM, EDS, Uv-Vis and XRD. To identify the effect of carbon nanoparticles against the filtration loss and mud cake, the drilling mud is tested by addition of 0,5 gr of carbonnanoparticles into the drilling mud using a tool named filter press.

According to the result of characterization of process, FTIR it is proven there is existence of the bonding of O-H, C=O, C=C and C-O. the presence of this chemical bond proves that the carbon produced has become nanoparticles, which is called Graphene Oxide (GO). The morphology produced from the testing of SEM indicates that the nanoparticles have bigger and well arranged pores, and the elements contained in the carbon nanoparticles only have C and O. Characterization of Uv-Vis portrays the peak absorption with long frequency, 269 nm, which proves the material is nanoparticle, Graphene Oxide. The result of characterization XRD revealed the material with the shape of amorphous and there is peak graphite at $26,64^\circ$, this indicates that there is good formation of carbon nanoparticles. After that, the test result of mud with the addition of 0,5 gr of carbon nanoparticles is able to reduce filtration loss from 13,9 ml to 10,8 ml, same goes to the mud cake which shows reduction from 2 mm to 1,2 mm.

Key Word: Carbon Nanoparticles, Filtration Loss, Mud Cake, Pyrolysis, Additive

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG

Lumpur pemboran merupakan salah satu faktor penunjang keberhasilan dalam operasi pemboran suatu sumur. Penentuan komposisi serta pemilihan jenis dari suatu lumpur pemboran yang akan digunakan pada pemboran suatu formasi tertentu harus tepat, sehingga dapat menunjang kelancaran dan menentukan keberhasilan operasi pemboran tersebut serta menghindari dari kesulitan yang dapat timbul. Komposisi dan sifat fisik lumpur sangat berpengaruh terhadap suatu proses pemboran, karena salah satu faktor yang menentukan berhasil tidaknya suatu pemboran adalah tergantung pada lumpur bor yang akan digunakan. Kecepatan pemboran, efisiensi, keselamatan, dan biaya pemboran sangat tergantung dari lumpur pemboran yang digunakan, sehingga harus selektif dalam memilih aditif yang akan digunakan pada lumpur pemboran (Ir. Bayu Satiyawira M. , 2018).

Lumpur pemboran yang disirkulasikan ketika terkena formasi berpori, konstituen cair dari lumpur cenderung berpisah dan hilang pada formasi. Kehilangan filtrasi melalui formasi permeabel terjadi ketika fluida pemboran mengalami perbedaan tekanan, dimana tekanan hidrostatik fluida pemboran lebih besar daripada tekanan formasi. Kontrol laju filtrasi lumpur pemboran dalam operasi pemboran merupakan salah satu aspek penting. *Agent* pengendali *fluid loss* umumnya digunakan selama operasi pengeboran untuk menurunkan laju kehilangan filtrat lumpur dalam kondisi dinamis dan statis (Nmegbu, 2014). Selain itu semakin dalam pengeboran maka tekanan akan semakin meningkat dan *mud cake* akan terus menumpuk didinding sumur selama pemboran berlangsung, yang mana ini juga dapat menyebabkan *filtration loss* dan *mud cake* yang berlebihan dan kualitas *mud cake* yang buruk (Siddiqui, 2017).

Berbagai jenis aditif berukuran 1-100 *micro* telah ditambahkan kedalam lumpur seperti CMC untuk membentuk lumpur yang mampu mengisolasi zona *permeable*, namun penggunaan mikropartikel tersebut tidak efektif pada batuan

dengan permeabilitas yang rendah, sehingga dalam hal ini dilakukanlah penelitian mengenai partikel yang berukuran nano (E I Mikhienkova, 2018), karena hanya nanopartikel yang memiliki kemungkinan untuk menutup pori-pori batuan yang kecil dan rapuh seperti karbonat dan *shale* (Cheraghian, 2017). Menurut investigasi statistik (Dzialowski et al., 1993), ada sekitar 75% *shale* dari bagian yang dibor dalam sumur minyak dan gas, 25% lainnya yaitu *sandstone*, *salt*, karbonat dan mineral lainnya (Mohamed Khodja, 2010), yang menyebabkan sekitar 90% masalah terkait ketidakstabilan sumur bor selama operasi pengeboran. Formasi ini sangat reaktif terhadap air (Dantas, Leite, Nascimento, & Amorim, 2014). Karena formasi *shale* ini memiliki pori-pori kecil, pencegahan filtrat agar tidak menembus formasi adalah aplikasi utama nanopartikel dalam fluida pengeboran. Kehadiran nanopartikel berkontribusi pada penyegelan retakan mikro di *shale* dan karenanya *filter cake* menjadi padat, lebih tipis dan *impermeable*. Membentuk filter seperti itu mengurangi *fluid loss* dan menstabilkan sumur (Majid S Al Ruqeishi, 2018).

Saat ini telah dikembangkan material yang berukuran nano untuk di aplikasikan ke dalam lumpur pemboran. Nanopartikel ini memiliki banyak sifat yang menarik seperti luas permukaan yang besar sehingga mampu mengikat lumpur dan mengurangi terjadinya *filtration loss*, absorbansi yang memungkinkan *filter cake* menjadi padat sehingga kuat untuk menahan dinding formasi agar tidak runtuh pada saat proses pemboran berlangsung. Penggunaan nanomaterial dalam fluida pengeboran akan memungkinkan teknologi pengeboran untuk mengoptimalkan sifat-sifat fluida pengeboran agar sesuai dengan kondisi pengeboran tertentu, mencegah penggunaan beberapa aditif mahal, dan memberikan fungsionalitas yang lebih baik (Kasiralvalad, 2014). Untuk menguji pengaruh karbon nanopartikel terhadap lumpur pemboran lebih lanjut perlu dilakukan uji laboratorium.

1.2. TUJUAN PENELITIAN

Adapun tujuan dari penelitian Tugas Akhir ini diantaranya adalah:

1. Sintesis dan mengkarakterisasi nanopartikel karbon menggunakan metode *pyrolysis*.

2. Menganalisis pengaruh nanopartikel karbon terhadap *filtration loss* lumpur pemboran.

1.3. MANFAAT PENELITIAN

Manfaat dilakukannya penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai inovasi baru dibidang perminyakan dengan memanfaatkan bahan organik yaitu cangkang kelapa sawit sebagai bahan dasar pembuatan nanopartikel karbon yang berguna untuk mengurangi terjadinya *filtration loss* lumpur pemboran, selain itu nanopartikel karbon ini juga murah dan ramah lingkungan.

1.4. BATASAN MASALAH

Agar penelitian ini terarah, maka penelitian ini difokuskan tentang sintesis nanoaprtikel karbon menggunakan metode *pyrolysis* dan potensinya terhadap lumpur pemboran.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 LUMPUR PEMBORAN

Islam memberikan kebebasan kepada manusia untuk memanfaatkan sumber daya alam yang bersifat publik, karena setiap orang memiliki hak irtifâq yaitu hak pemanfaatan benda tidak bergerak, baik benda itu milik individu atau milik umum”. Kepemilikan umum dimungkinkan dalam hukum Islam jika suatu benda pemanfaatannya diperuntukkan bagi masyarakat umum yang mana masing-masing saling membutuhkan (Mugiyati, 2016). Salah satu sumber daya alam itu adalah minyak bumi atau *crude oil*, proses terbentuknya minyak bumi ini juga dibahas dalam agama islam seperti dalam Al-qur'an sura Al-A'la (87) ayat 1-5.

Artinya: Sucikanlah nama Tuhanmu Yang Maha Tinggi, yang menciptakan lalu menyempurnakan (penciptaan-Nya), yang menentukan kadar (masing-masing) dan memberi petunjuk, dan yang menumbuhkan rerumputan, lalu dijadikan-Nya (rumput-rumput) itu kering kehitam-hitaman.

Operasi pemboran merupakan bagian penting dalam industri minyak dan gas (Migas), hal tersebut dikarenakan operasi pemboran dapat membuktikan prediksi mengenai ada atau tidaknya cadangan migas (Fadillah Widiatna, 2015). Oleh karena itu perlu perencanaan yang baik sebelum dilakukan proses pemboran, salah satu perencanaan yang dilakukan yaitu merancang aditif yang yang mampu meningkatkan kinerja lumpur pemboran.

Lumpur pemboran adalah fluida yang digunakan untuk meminimalisir masalah yang dapat timbul dalam suatu proses pemboran, sehingga pemboran berjalan lancar sesuai dengan perencanaan (Dio Rekayandra, 2015), fluida yang biasanya digunakan merupakan campuran air dan minyak, lempung, bahan pemberat dan zat aditif (kimia), penggunaan lumpur pemboran didasarkan pada kondisi sumur yang berbeda-beda, untuk itu diperlukan pemilihan aditif yang tepat untuk lumpur

pemboran (Fadillah Widiatna, 2015). Lumpur pemboran ini bekerja dengan cara disirkulasikan dengan menggunakan pompa lumpur (*mud pump*) yang kuat.

2.2 FUNGSI LUMPUR PEMBORAN

Menurut (Drs. M. Mustaghfirin Amin, 2013) fungsi lumpur pemboran sebagai berikut:

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 (TVD). Tekanan fluida formasi umumnya adalah sekitar 0,465 psi/ft kedalaman. Pada tekanan yang normal air dan padatan di pemboran telah cukup untuk menahan tekanan formasi ini. Kegagalan mengontrol tekanan formasi mengakibatkan masuknya fluida formasi ke sumur yang mengakibatkan *kick*.

Untuk tekanan yang lebih kecil dari normal (subnormal), densitas lumpur harus diperkecil agar lumpur tidak hilang masuk kedalam formasi. Sebaliknya untuk tekanan abnormal (lebih dari 0,465 psi/ft kedalaman), maka kadang-kadang perlu ditambahkan barite untuk memperberat lumpur pemboran.

Tekanan yang diakibatkan oleh kolom lumpur pemboran pada kedalaman D ft dapat dihitung dengan rumus:

$$P_m = 0,052 \times \rho_m \times D \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana:

P_m = tekanan hidrostatik lumpur, psi

ρ_m = densitas lumpur pemboran, ppg

D = kedalaman, ft

Perlu diketahui bahwa rumus di atas adalah berlaku untuk keadaan statik. Tekanan pada formasi yang diakibatkan oleh fluida pada saat mengalir adalah tekanan yang dihitung dengan rumus diatas ditambah dengan *pressure loss* (kehilangan tekanan) pada annulus diatas formasi yang bersangkutan.

$$P_h =$$

$$k \times MW \times d \dots \dots \dots (2.2)$$

Dimana:

Ph = *Hidrostatic Pressure*

MW = *Mud Density*

k = *Conversion Constant*

d = *Depth TVD*

k = 0,052 when d = Feet MW = lb/gal, Ph = Psi

k = 0,00695 when d = Feet MW = lb/ft³, Ph = Psi

k = 0,098 when d = Meters MW = g/cm³, Ph = Atm

The 0,052 conversion factor is derived in the following manner.

2. Mengangkat *Cutting* ke Permukaan

Mengangkat *Cutting* ke Permukaan merupakan fungsi vital lumpur, mengangkat *cutting* yang dihasilkan oleh pahat melalui annulus. Daya angkat ini terutama dipengaruhi oleh aliran profil aliran lumpur (*annular velocity profile*), berat jenis, *yield point* serta *gel strength*.

Apabila *cutting* tidak segera terangkat dari dasar sumur, maka akan tergingling lembut dan melekat pada bit (*bit balling*) dan akan menurunkan efektifitas pemboran.

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.

4. Menahan Sebagian Berat Pipa

Gaya apung fluida pemboran (*bouyanci*) akan menahan sebagian berat dari casing atau pipa bor, persamaan yang digunakan adalah:

$$Bouyancy Factor =$$

$$\frac{65,4 - (MW \times \frac{lb}{gal})}{65,4} \dots \dots \dots (2.3)$$

Mengalikan BF dengan berat pipa di udara akan mendapatkan berat pipa pada *hook load*.

5. Mendinginkan dan Melumasi Bit dan *Drilling Assembly*

Panas dan friksi dapat timbul pada bit dan area antara *drillsting* dan lubang bor ketika operasi pemboran berlnasung. Konduksi formasi umumnya kecil sehingga sukar menghilangkan panas ini, tetapi dengan aliran lumpur telah cukup untuk mendinginkan sistem. Kontak antara *drillsting* dan dinding lubang sumur juga dapat menyebabkan torsi ketika berputar dan *drag* ketika *tripping*.

6. Menyalurkan Tenaga Hidrolik ke Bit

Hydraulic Horsepower (HHP) terjadi pada bit sebagai akibat dari aliran fluida pemboran dan *pressure* 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).

7. Sebagai Medium *Wireline Logging*

Fluida pemboran berbahan dasar udara air dan minyak mempunyai sifat karakteristik yang berbeda yang akan mempengaruhi dari pemilihan logging yang sesuai. fluida pemboran harus di evaluasi untuk keperluan pemilihan program logging yang sesuai.

Fungsi tambahan dari lumpur pemboran yaitu:

1. Meminimalkan kerusakan lubang bor
2. Mengontrol korosi
3. Meminimalkan *loss* sirkulasi
4. Menurunkan kemungkinan *stuck pipe*
5. Meminimalkan kemungkinan *pressure loss*
6. Meningkatkan laju penembusan (ROP)
7. Meminimalkan pengaruh pada lingkungan
8. Meningkatkan keamanan dan keselamatan

2.3 JENIS-JENIS LUMPUR PEMBORAN

Pada operasi pemboran, setiap lapangan mempunyai formasi yang mempunyai sifat yang berbeda-beda. Untuk itu, lumpur pemboran juga

mempunyai jenis yang berbeda-beda juga yang disesuaikan dengan jenis lapisan formasi pada saat pemboran berlangsung, sehingga lumpur yang digunakan merupakan lumpur yang terbaik dan paling ekonomis, adapun jenis-jenis lumpur pemboran menurut (Andreas Junianto, 2017) sebagai berikut:

1. Lumpur berbahan dasar air (*Water Based Mud*)

Lumpur bor yang paling sering digunakan adalah lumpur berbahan dasar air (98%). Susunan lumpur bor yang terdiri atas macam-macam kombinasi dan jumlah air tawar atau asin, tanah liat dan bahan-bahan kimia lainnya harus disesuaikan dengan keadaan lubang bawah tanah. Lumpur berbahan dasar air biasanya menggunakan air tawar, hal ini dikarenakan air tawar lebih mudah didapat khususnya pada pengeboran di darat (*onshore*). Penggunaan lumpur dengan berbahan dasar air dengan air asin biasanya digunakan pada pengeboran lepas pantai (*offshore*) dan sedikit dari pengeboran didarat. Pada saat pengeboran, apabila menemukan lapisan yang keras (lapisan dengan daya penyerapan yang rendah), lumpur bor yang encer dan kurang padat dapat dipakai. Sedangkan pada pengeboran lapisan yang bertekanan tinggi (lapisan dengan daya penyerapan yang tinggi) lumpur bor yang berat dipakai untuk mengatur tekanan-tekanan lapisan karena dapat menyebabkan terjadinya kick. Lumpur berbahan dasar air adalah jenis lumpur yang sering digunakan, hal ini dikarenakan lumpur ini murah perawatannya, mudah pemakaiannya dan dapat membentuk lapisan filtrate untuk melindungi lubang. Kelemahan lumpur berbahan dasar air ini adalah dapat mengotori lapisan formasi sehingga dalam proses logging hasil yang didapatkan tidak maksimum dan juga kurang cocok untuk formasi aktif yaitu formasi dimana mudah sekali untuk mengembang apabila bercampur dengan air.

2. Lumpur Berbahan Dasar Minyak (*Oil Based Mud*)

Lumpur ini mengandung minyak sebagai fasa kontinunya. Komposisinya diatur agar kadar airnya rendah (3-5% volume). Relative lumpur ini tidak sensitif terhadap kontaminan. Tetapi airnya adalah kontaminan karena memberi efek negatif bagikestabilan lumpur ini. Untuk mengontrol viskositas, menaikkan *gel strength*, mengurangi efek kontaminan air dan mengandung *filtrate loss* perlu ditambahkan zat-zat kimia. Fungsi *oil based mud* didasarkan

pada kenyataan bahwa filtratnya adalah minyak karena itu tidak akan menghidratkan *shale* atau *clay* yang sensitif baik terhadap formasi biasa maupun formasi produktif (juga untuk *completion mud*). Fungsi terbesar adalah pada *completion* dan *work over* sumur. Kegunaan lain adalah untuk melepaskan *drillpipe* yang terjepit, mempermudah pemasangan casing dan linear. *Oil based mud* ini harus ditempatkan pada tanki besi untuk menghindari kontaminasi air. Rig harus dipersiapkan agar tidak kotor dan mengurangi bahaya api.

3. Lumpur bor berbahan dasar udara

Digunakan untuk daerah-daerah dengan formasi keras dan kering dengan gas atau udara dipompakan pada annulus, namun cara ini tidak dapat digunakan pada pemboran *wild cat* atau eksplorasi. Keuntungan cara ini adalah *penetration rate* yang besar, tetapi adanya formasi air menyebabkan *bit balling* (bit dilapisi *cutting*/padatan-padatan) dan *pipe sticking* yang merugikan, juga pada tekanan formasi yang besar tidak dibenarkan menggunakan cara ini, namun sebaliknya untuk formasi yang bertekanan rendah. Telah dibuktikan dengan data-data dari lapangan dan laboratorium, bahwa udara dan gas merupakan *drilling fluid* yang lebih baik dibandingkan cairan seperti lumpur, dalam hal *penetration rate*, maupun dalam menanggulangi *lost circulation* dan untuk *well completion*. Penggunaan gas alami membutuhkan pengawasan yang ketat pada bahaya api. Lumpur jenis ini juga baik untuk kompleksi pada zona-zona dengan tekanan rendah.

2.4 SIFAT-SIFAT FISIK LUMPUR PEMBORAN

Menurut (Ir. Bayu Satiyawira, 2018) ada beberapa sifat fisik pemboran yaitu:

1. Berat Lumpur : Mengontrol tekanan formasi, mencegah runtuhnya formasi dan hilangnya cairan
2. Viscositas : Mengetahui sifat kekentalan relatif dan mengangkat padatan bor.
3. *Plastic Viscosity* : Mengukur gaya gesek antara padatan, cairan dan berhubungan dengan konsentrasi padatan dalam lumpur.

4. *Yield Point* : Mengukur gaya elektrokimia antara padat-padat, cair didalam lumpur.
5. *Gel Strength* : Menunjukkan kemampuan lumpur didalam menahan atau mengapungkan serpih bor pada saat tidak dalam proses pemboran.
6. Laju Tapisan : Mengetahui jumlah cairan yang masuk ke formasi
7. *Filtration Loss and Mud Cake* : Berhubungan dengan hilangnya *filtrate* lumpur dan konsentrasi padatan, sifat kimia dan kestabilan lumpur.

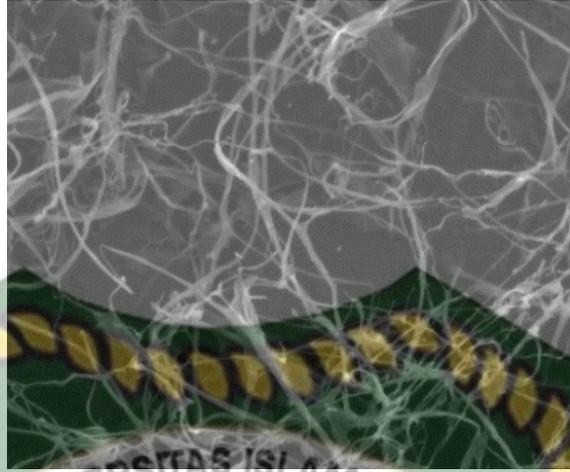
2.5 LOSS CIRCULATION MATERIAL (LCM)

Menurut (Drs. M. Mustaghfirin Amin, 2013) LCM merupakan material yang ditambahkan baik untuk mencegah *lost circulation* atau untuk mendapatkan kembali sirkulasi setelah terjadi hilang sirkulasi. Pada umumnya material-material ini digunakan tanpa banyak pertimbangan, yang penting dapat menanggulangi *problem loss circulation*.

Problem *lost circulation* (hilang lumpur) secara umum dibagi menjadi dua kategori yaitu : Kategori pertama, adalah problem hilang lumpur kedalam rongga-rongga seperti zona porous, *vuggy limestone*, *shell reefs*, *gravel beds*, atau gua-gua alami. Kategori kedua, adalah *lost circulation* yang terjadi karena terlampunya *compressive strength* formasi. Kemungkinan penanganan untuk kategori pertama akan tidak menyelesaikan problem rekah formasi. Maka aditif lumpur harus dibagi menjadi kelompok-kelompok yang dapat diterapkan pada setiap jenis *lost circulation* tersebut.

Lost circulation material dapat diperoleh dalam berbagai ukuran dan bentuk untuk digunakan dalam penyumbatan rekahan dan mencegah hilangnya lumpur kedalam formasi. Dari hasil pengamatan selama beberapa tahun yang lalu, telah ditemukan sekitar 350 macam *lost circulation* material, dengan nama produk yang berbeda-beda. Sehingga dapat mempermudah dalam pemilihan untuk kondisi-kondisi khusus. *Lost circulation* material berbentuk butiran kecil (*granular*), serpih (*flakes*) atau serat (*fibrous*). Dan diklasifikasikan mulai dari kasar, sedang dan halus. Campuran dari bahan-bahan *granular*, *flake* dan *fibrous* dirancang untuk menutup rekahan-rekahan kecil, lapisan gravel, zona yang permeabilitasnya tinggi.

1. *Fibrous* Material (bahan berserat)



Gambar 2.1 Material Berserat

Fibrous material meliputi bahan-bahan seperti *ground leather* atau *ground sugar* dari batang rotan. Material fibrous ini berupa serat kayu, serat tumbuhan, maupun serat sintetis, dengan ukuran $1/8$ sampai $3/4$ inchi. Bahan ini paling efektif untuk menutup rongga-gongga yang besar karena mengandung serat kasar yang dapat memberikan kemampuan membungkus dengan baik. Problem lain yang mungkin terjadi adalah penyumbatan bit jet dengan material ini.

2. Granular Material (bahan berbutir kecil)



Gambar 2.2 Material Berbentuk Butir

Granular material meliputi walnut *shell* dan *ground mica* dapat diperoleh dalam ukuran yang kasar, sedang atau halus, atau 4 sampai 100 mesh menurut U.S. Standar *sieve*. Bahan ini biasanya cocok untuk menutup zona porous.

3. *Flakes* Material (bahan berbentuk serpih)



Gambar 2.3 Material Berbentuk Serpih

Material *flake* berupa *cellophane* atau *polyethylene flake* yang berukuran dari 1/8 sampai 1 *inchi*. *Cellophane* juga berfungsi untuk menyumbat zona-zona porous.

Untuk faktor- faktor yang dapat menyebabkan *Lost Circulation*: 1. *Lost Circulation* Karena Jenis Formasi *Lost circulation* dapat disebabkan oleh jenis formasinya, yaitu karena jenis porositas dan permeabilitas yang besar dan adanya gua – gua dan rekahan formasi. Ditinjau dari segi formasinya, maka hilang lumpur

dapat terjadi pada *Coarseley permeable formation* (formasi dengan butiran kasar yang permeabel), *Cavernous formation* (gua-gua terbuka), *fissure*, *fracture*, *fault*:



Gambar 2.1 Jenis-Jenis Formasi Penyebab *Lost Circulation*
(Sumber: (Nakasa, 2015))

a. *Coarsely Permeable Formation*

Coarsely Permeable Formation adalah formasi permeabel yang terdiri dari butir – butir penyusun yang kasar, dengan diameter pori – pori batuan formasi yang lebih besar dari diameter butiran padat dari lumpur dan tekanan hidrostatik lumpur lebih besar ($>$) 10 % dari tekanan formasi . Formasi ini menjadi sebab terjadinya *lost*, karena butir –butir penyusun yang kasar (menandakan adanya ruang pori yang sangat besar), maka kemampuan untuk menyerap lumpur juga lebih besar.

b. *Cavernous Formation* atau *Vugular Formation*

Cavernous Formation adalah formasi yang banyak terdapat *reef*, *gravel*, dan juga *cavern* (gua – gua), sehingga terdapat ruang pori yang cukup besar sebagai tempat mengalirnya fluida pemboran. Pada prinsipnya Zona *cavernus* atau *vugular* terjadi pada formasi *limestone*, *vugs* dihasilkan oleh aliran yang kontinu dari air alami yang menghancurkan bagian dari matriks batuan yang lunak menjadi encer dan larut. Ketika formasi ini ditembus pahat bor dan

lumpur akan hilang ke formasi dengan cepat. Volume lumpur yang hilang tergantung pada derajat *vug* yang saling berhubungan. Sedangkan *cavernous* dapat terjadi karena pendinginan magma.

c. *Fissure, Fracture, Faults* Jenis formasi ini merupakan retakan didalam formasi yang terjadi secara alamiah ataupun oleh sebab – sebab mekanis (*induced fracture*) seperti, tekanan pada waktu masuk pahat, kenaikan tekanan pompa yang lebih tinggi, lumpur yang terlalu berat, dan *gel strength* yang terlalu tinggi.

2.6 KARBON AKTIF

Karbon aktif merupakan suatu padatan berpori yang mengandung 85-95% karbon, dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon dengan pemanasan pada suhu tinggi. Karbon aktif memiliki pori yang berasal dari hasil pembakaran bahan yang mengandung karbon. Sebagian dari pori-porinya masih tertutup hidrokarbon, tar, dan senyawa organik lain. Komponennya terdiri dari karbon terikat (*fixed carbon*), abu, air, nitrogen, dan sulfur.

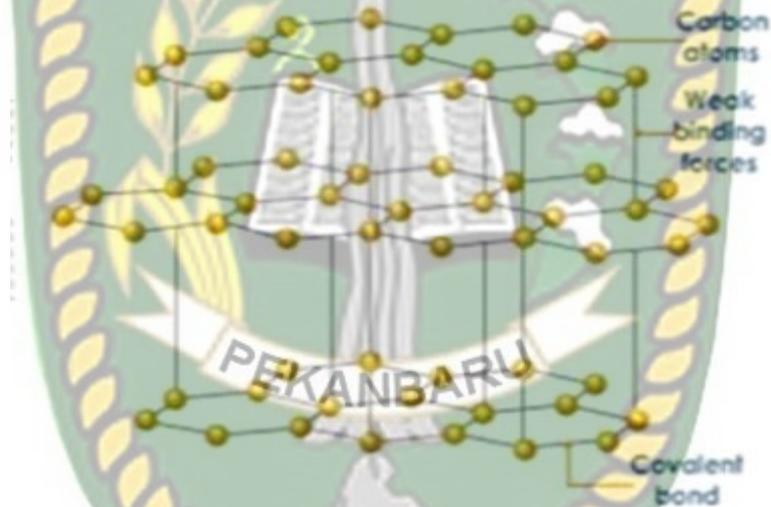
Karbon diaktifkan dengan cara perendaman dalam bahan kimia atau dengan cara mengalirkan uap panas ke dalam bahan, sehingga pori bahan menjadi

lebih terbuka dengan luas permukaan berkisar antara 300 sampai 2000 m² /g. Permukaan karbon aktif yang semakin luas berdampak pada semakin tingginya daya serap terhadap bahan gas atau cairan (Kirk dan Othmer, 1964). Daya serap karbon aktif sangat besar, yaitu 25- 1000% terhadap berat arang aktif. Karena hal tersebut maka arang aktif banyak digunakan oleh kalangan industri. Hampir 60% produksi arang aktif di dunia ini dimanfaatkan oleh industri-industri gula dan pembersihan minyak dan lemak, kimia dan farmasi (Yessy Meisrilestari, 2013).





Gambar 2.2 (a) Karbon Aktif Dalam Bentuk Serbuk



Gambar 2.2 (b) Struktur Molekul Karbon Aktif

(Sumber: Sontheimer, 1998)

Pada penelitian ini, pembuatan karbon aktif dilakukan dengan metode thermal yaitu metode *pyrolysis*, karbonisasi dilakukan dengan metode *pyrolysis* karena rendah emisi dan ramah lingkungan. Metode *pyrolysis* ini juga banyak dipakai karena kondisinya dapat dioptimalkan untuk menghasilkan *carbon*, asap cair dan gas (Fauzan, 2015).

2.7 NANOPARTIKEL KARBON

Carbon nanoparticles atau *carbon nanotubes* atau *carbon nanofibers* adalah bahan yang sedang populer diteliti pada abad ke-21 (Mohammad Abul

Hossain, 2013). Nanopartikel adalah material atom atau molekul yang direkayasa dalam skala nanometer, biasanya ukurannya berkisar dari 100-1 nanometer (Mursyidah, 2015). Dapat digunakan untuk memecahkan banyak masalah yang terkait dengan teknik pengeboran. Nanopartikel digunakan sebagai *additive* dalam lumpur pemboran untuk meningkatkan *rheology* dan mengurangi *filtrate loss* (Vivek Raipuria, 2018). Kemudian nanopartikel akan di aplikasikan kedalam lumpur pemboran *water based mud* (WBM). WBM adalah lumpur pemboran yang paling banyak digunakan di industri minyak dan gas bumi (ÖZKAN, 2018). Aplikasi *nanoparticles* dalam fluida pemboran terutama untuk membentuk lapisan tipis membran *nanoparticle non-erodible* dan *impermeable* di sekitar sumur bor yang mencegah permasalahan *mud loss* akibat sirkulasi (R. Saboori, 2012). Selain itu aplikasi nanopartikel dalam lumpur pemboran juga berfungsi untuk menstabilkan viscositas dan mencegah *loss circulation* pada temperatur tinggi, meminimalkan invasi air ke *wellbore*, mencegah *pipe sticking* dan kontrol *filtrate loss* (A. Aftab, 2017). Para penulis mengamati bahwa lumpur yang ditambahkan dengan nanopartikel terjadi penurunan *fluid loss* hingga 80% dibandingkan dengan lumpur tanpa nanopartikel (Ramasamy, 2018).

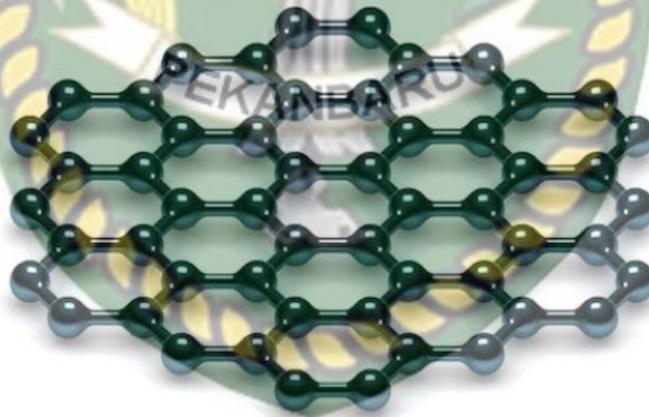
Teknologi yang menggunakan skala nanometer atau sepersemiliar meter yang merupakan teknologi berbasis pengelolaan material berukuran nano atau satu per miliar meter. Dengan menciptakan zat hingga berukuran satu permiliar meter (nanometer), sifat dan fungsi zat tersebut bisa di ubah sesuai dengan yang di inginkan. Teknologi nanoaprtikel telah banyak digunakan di berbagai bidang seperti *biology*, *chemichal*, *engineering* dan *industry*, dan pemanfaatannya juga efisien karena *nanoparticle* berukuran sangat kecil sehingga tingkat penggunaannya tidak perlu banyak tetapi sudah memiliki pengaruh yang sangat kuat. Dapat disimpulkan bahwa lumpur pengeboran dimodifikasi dengan menambahkan nanopartikel memiliki pemeliharaan yang lebih baik pada *rheology* pada tekanan dan temperatur yang lebih tinggi. Pekerjaan eksperimental ini menunjukkan bahwa material yang berukuran nano dapat digunakan untuk meningkatkan sifat-sifat fluida pengeboran (Jamal Nasser, 2013).

Graphene Oxide (GO) merupakan salah satu dari jenis nanopartikel karbon yang populer diteliti saat ini, susunan atom GO berkerangka heksagonal yang

mirip sarang lebah dan membentuk satu lembaran setipis satu atom. Salah satu karakteristik yang paling menarik dari *graphene oxide* adalah susunan atom karbon sangat teratur dan hampir sempurna. Kisi *graphene oxide* tersusun atas dua lapisan atom karbon yang memiliki ikatan σ . (Terrones AR, 2010) menyatakan bahwa setiap atom karbon pada lapisan ini memiliki orbital π .



Gambar 2.3 (a) Nanopartikel Karbon



Gambar 2.3 (b) Struktur Molekul Nanopartikel Karbon

Berdasarkan sifatnya yang unik ini, *graphene oxide* telah banyak digunakan secara luas dalam pengembangan material nanokomposit untuk aplikasi yang berbeda. Meski telah banyak penelitian mengenai aplikasi *graphene oxide*, di Indonesia masih belum banyak dilakukan pengembangan material ini. Berdasarkan struktur yang GO yang berbentuk seperti sarang lebah, GO dapat

diaplikasikan ke dalam lumpur pemboran untuk mengikat lumpur sehingga mengurangi terjadinya *filtration loss*. Pada penelitian ini akan dilakukan sintesis nanopartikel karbon *graphene oxide* untuk di aplikasikan ke dalam lumpur pemboran.

2.8 PENELITIAN SEBELUMNYA

Penelitian sebelumnya dilakukan oleh (Jamal Nasser, 2013). Penelitian ini membandingkan hasil normal *mud* dengan *nano-mud*, nanopartikel yang digunakan kedalam lumpur pemboran yaitu *nanographite* dan *nanosilicon wires* dengan komposisi *Bentonite* (69%), *Barite* (19%), *Starch* (9%) dan nano (3%), sedangkan normal *mud* dengan komposisi 70%, 20% dan 10%. Dari penelitian ini diperoleh hasil bahwa dengan penambahan nanopartikel kedalam lumpur pemboran dapat meningkatkan harga densitas lumpur yang mana normal *mud* densitasnya 1.4 gr/cc dan *nano-mud* 2.2 gr/cc, viskositas *nanomud* lebih stabil terhadap temperatur dibandingkan viskositas normal *mud*, *filtration loss nano-mud* jauh lebih sedikit dibandingkan normal *mud* terhadap perubahan waktu dan *mud cake* yang terbentuk dengan menggunakan *nano-mud* jauh lebih tipis dibandingkan normal *mud*.

Dan penelitian terbaru dilakukan oleh (Majid S Al Ruqeishi, 2018). Pada penelitian ini menggunakan karbon nanopartikel (CNp) dan Zno *nanowires* dengan prosedur yaitu 4 sample fluida pengeboran 600 ml disiapkan dalam *breakers*. 1,2 dan 3 gr nanopartikel karbon berukuran 50 nm, dan Zno *nanowires* masing-masing ditambahkan kedalam lumpur pemboran. Sampel utama juga digunakan (*normal mud*). Masing-masing *sample* kemudian *mixer* selama 5 menit. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini yaitu densitas *nano-mud* lebih tinggi daripada normal *mud* seiring meningkatnya temperatur, *water loss* fluida pengeboran setelah ditambahkan nanopartikel lebih sedikit dibandingkan dengan normal *mud* dan viskositas *nano-mud* lebih stabil terhadap tingginya temperatur dibandingkan viskositas normal *mud*.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

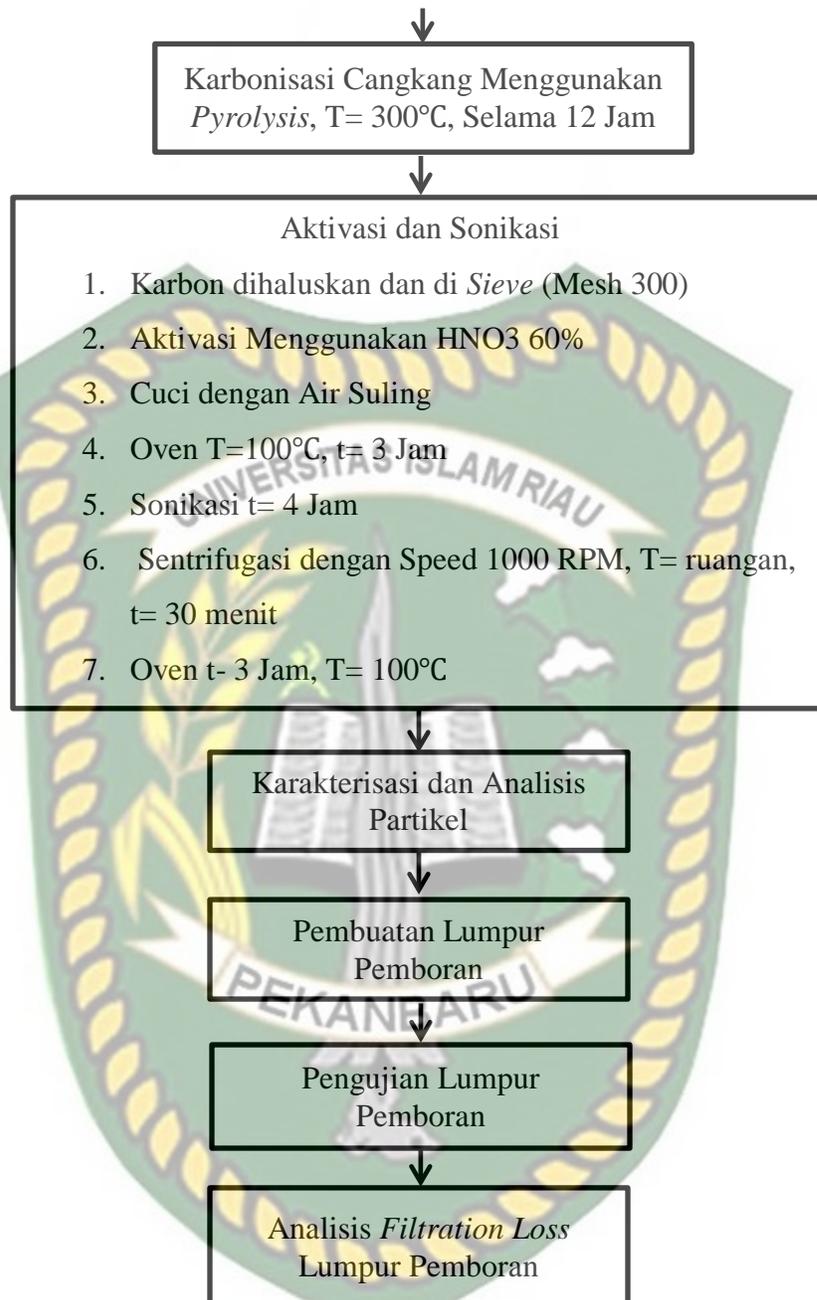
3.1 URAIAN METODOLOGI PENELITIAN

Metode dalam penelitian Tugas Akhir ini adalah *Experiment Research*, yang akan dilakukan di Laboratorium Teknik Perminyakan Universitas Islam Riau. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh nanopartikel karbon cangkang sawit terhadap *filtration loss* dan *mud cake* pada lumpur pemboran.

Metode yang digunakan untuk pembuatan sampel adalah metode *pyrolysis*, *pyrolysis* merupakan suatu proses dimana sumber material karbon dipanaskan, terurai dan dikonversi menjadi karbon dalam kondisi hampa udara (Man Kee Lam, 2008). Diantara proses thermo-kimia, *pyrolysis* lebih banyak dipakai karena kondisinya dapat dioptimalkan untuk menghasilkan minyak, arang dan gas (Fauzan, 2015). *Pyrolysis* ini dilakukan pada tahap awal pembuatan bahan nanopartikel karbon, bahan dasar yang digunakan adalah cangkang kelapa sawit. Kemudian dilakukan pengujian terhadap nanopartikel karbon tersebut, adapun pengujian yang dilakukan yaitu pengujian SEM, EDS, Uv-Vis, FTIR dan XRD. Selanjutnya penyediaan fluida pemboran dan pengujian terhadap fluida pemboran, pengujian yang dilakukan yaitu pengujian *mud cake* dan *filtration loss*.

3.2 DIAGRAM ALIR PENELITIAN





Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.3 ALAT, BAHAN DAN PROSEDUR

3.3.1 Peralatan Penelitian



Gambar 3.2 Oven

1. Oven : Memberikan energi panas yang berguna untuk mengurangi kadar air yang masih ada pada pada sampel.



Gambar 3.3 Timbangan Digital

2. Timbangan Digital : Untuk menimbang berat dari bahan-bahan yang akan digunakan



Gambar 3.4 *Pyrolysis*

3. *Pyrolysis* : Untuk proses karbonisasi cangkang sawit menjadi carbon dengan kondisi hampa udara.



Gambar 3.5 Mortar

4. Mortar : Menggiling cangkang kelapa sawit yang sudah menjadi arang



Gambar 3.6 *Ultrasonic*

5. Sonikasi : Untuk memecah molekul dan sel pada sampel penelitian. Memberikan tekanan pada lumpur untuk mendapatkan filtrat dan ketebalan *mud cake*.



Gambar 3.7 *Mud Mixer and Cup*

6. *Mud Mixer and Cup* : Pencampur/pengaduk bahan pembuat lumpur pemboran



Gambar 3.8 *Filter Press (LPLT)*

7. *Filter Press (LPLT)* : Memberikan tekanan pada lumpur untuk mendapatkan filtrat dan ketebalan *mud cake*.



Gambar 3.9 BS & W Sentrifugasi

8. BS & W Sentrifugasi : Memisahkan antara zat padat dan liquid



Gambar 3.10 *Sieve Analysis 300 Mesh*

9. *Sieve Analysis* : Menyaring sampel dengan ukuran tertentu, pada penelitian ini digunakan mesh 300

Peralatan penunjang yang digunakan yaitu:

1. Jangka sorong
2. *Stopwatch*
3. *Filter Paper*
4. Blender
5. Gelas Ukur
6. Uv-Vis
7. SEM dan EDS
8. XRD
9. FTIR

3.3.2 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

1. Cangkang Kelapa Sawit
2. HNO₃ 60%
3. Aquades
4. *Bentonite*
5. *Deionized Water*
6. *Acetone*

3.3.3 Prosedur Pembuatan dan Pengujian Nanopartikel Karbon

1. Prosedur awal yang dilakukan yaitu siapkan cangkang kelapa sawit yang sudah dibersihkan dan dijemur selama 3 hari.
2. Kemudian letakkan cangkang kelapa sawit kedalam wadah tahan panas, lalu masukkan kedalam oven dengan temperatur 100°C selama 24 jam
3. Cangkang kelapa sawit yang sudah di keringkan kemudian di *pyrolysis* dengan temperatur 300°C selama 12 jam
4. Karbon hasil *pyrolysis* di giling dan di *sieve* menggunakan mesh 300
5. Selanjutnya, karbon di aktivasi menggunakan HNO₃ 60% , proses aktivasi dilakukan dengan cara merendam *sample* dengan HNO₃ 60% selama 24 jam, kemudian di saring menggunakan *filter paper*
6. Setelah itu *Sample* dicuci dengan aquades
7. Dikeringkan menggunakan oven T = 100°C
8. Karbon di sonikasi selama 4 jam, dengan mencampurkan *acetone + deionized water + carbon*
9. Setelah di sonikasi, sampel di sentrifugasi dengan speed 1000 RPM selama 30 menit dengan temperature ruangan
10. Sampel hasil sentrifugasi di keringkan selama 3 jam dengan T = 100°C.
11. Sampel di karakterisasi menggunakan SEM untuk melihat morfologi dan EDS (SEM FMIPA ITB) digunakan untuk melihat komposisi dari *sample* (Mohammad Abul Hossain, 2013), Pengujian FTIR (FMIPA KIMIA UNRI) untuk mendeteksi gugus fungsi atau senyawa pada sampel, Pengujian UV-Vis (FMIPA KIMIA UNRI) untuk mengukur transmittan atau absorban suatu sampel, Pengujian XRD (FMIPA ITB) untuk mengkarakterisasi struktur Kristal pada sampel.

3.3.4 Prosedur Pembuatan lumpur Standar API

Langkah pembuatan lumpur standar API menurut (13A, 2015)

1. Mempersiapkan *mud mixer* dan *cup mud mixer*
2. Siapkan *bentonite* 22,5 gr dan *deionized water* 350 ml

3. kemudian *mix bentonite* dan *deionized water* selama 20 menit
4. Diamkan suspensi lumpur hingga 16 jam dalam wadah tertutup pada temperature ruangan
5. Setelah 16 jam, aduk lumpur dan masukkan kedalam *mud mixer*. Lalu, mix selama 5 menit.

3.3.5 Prosedur Pembuatan lumpur Standar API + Nanopartikel Karbon

Langkah pembuatan lumpur standar + nanopartikel karbon

1. Mempersiapkan *mud mixer* dan *cup mud mixer*
2. Siapkan *bentonite* 22,5 gr + *deionized water* 350 ml + 0,5 gr nanopartikel karbon
3. kemudian *mix bentonite* dan *deionized water* selama 20 menit
4. Diamkan suspensi lumpur hingga 16 jam dalam wadah tertutup pada temperature ruangan
5. Setelah 16 jam, aduk lumpur dan masukkan kedalam *mud mixer*. Lalu, mix selama 5 menit.

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

Setelah dilakukan pembuatan *nano-mud* dan normal *mud*, kemudian dilakukan pengujian *filtration loss* dan *mud cake* sebagai berikut:

1. Mempersiapkan alat *filter press* dan segera pasang *filter paper* serapat mungkin dan letakkan gelas ukur dibawah silinder untuk menampung fluida filtrat.
2. Menuangkan campuran lumpur kedalam silinder sampai batas 1 inch dibawah permukaan silinder, ukur dengan jangka sorong dan segera tutup rapat.
3. Kemudian alirkan udara dengan tekanan 100 psi.
4. Mencatat volume filtrat sebagai fungsi dari waktu dengan stop watch. Dengan catatan waktu akhir saat filtrat tidak menetes lagi kedalam gelas ukur.
5. Menghentikan penekanan udara, buang tekanan udara dengan silinder (*bleed off*) dan sisa lumpur dalam silinder dituangkan kembali kedalam *mixer cup*.
6. Menentukan tebal *mud cake* yang terbentuk dengan jangka sorong

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini akan menjelaskan hasil dan pembahasan mengenai karakterisasi nanopartikel karbon menggunakan FTIR untuk mengetahui ikatan kimia yang ada pada sampel, karakterisasi SEM untuk melihat morfologi atau permukaan sampel, karakterisasi EDS untuk menganalisa unsur yang terdapat pada sampel, dan karakterisasi Uv-Vis untuk mengukur transmittan atau absorban suatu sampel, dan XRD untuk melihat struktur kristal material. Serta pengujian *filtration loss* untuk mengetahui jumlah kehilangan filtrat pada lumpur pemboran pada saat operasi pemboran berlangsung dan *mud cake* untuk melihat ketebalah dari filter lumpur pemboran yang melindungi formasi agar tidak runtuh pada saat operasi pemboran.

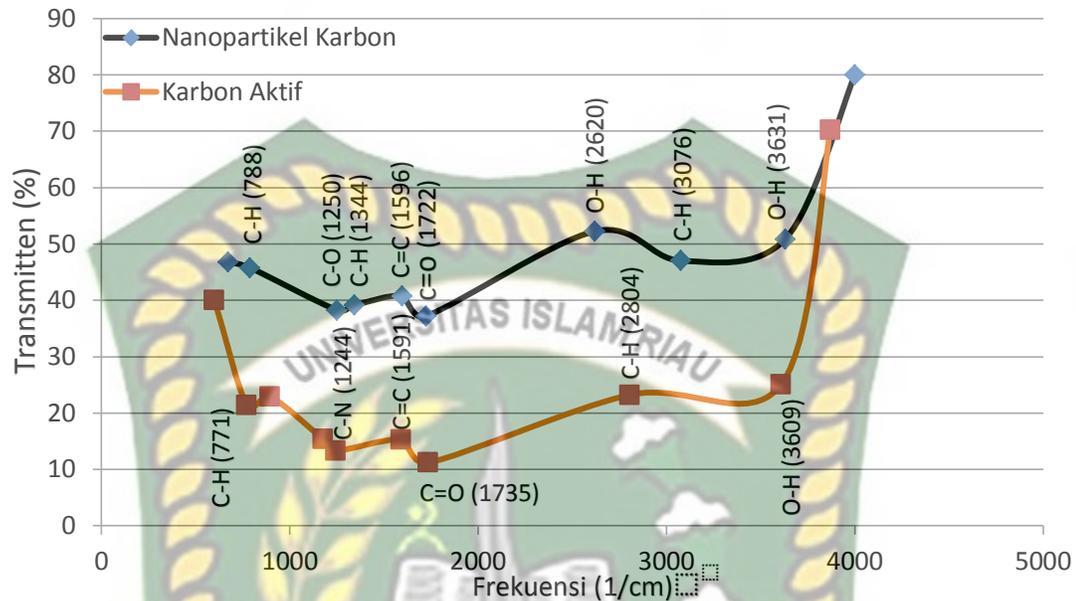
4.1 KARAKTERISASI NANOPARTIKEL KARBON

Karakterisasi diperlukan agar kita yakin bahwa material yang disintesis sudah memenuhi kriteria nanostruktur dengan melihat *morphology* permukaan maupun unsur yang terkandung dalam nanopartikel karbon. Adapun karakterisasi yang dilakukan pada penelitian ini yaitu FTIR, SEM, EDS, Uv-Vis dan XRD

4.1.1 Karakterisasi Menggunakan FTIR

Analisis FTIR ini dilakukan untuk mengetahui informasi berupa ikatan kimia yang ada pada sampel nanopartikel karbon, ikatan kimia itu diindikasikan dengan puncak-puncak yang berbeda (Aji Pambudi, 2017). Gugus-gugus fungsi yang muncul ditunjukkan dengan adanya puncak-puncak transmitansi dari pola grafik FTIR. Masing-masing gugus fungsi memiliki bilangan gelombang yang berbeda didasarkan pada kemampuan gugus fungsi yang bergetar dan menyerap energi dari spektrum infra merah.

Spektrum transmitansi IR sampel nanopartikel karbon dan karbon aktif diperlihatkan pada gambar 4.1



Gambar 4.11 Grafik hasil Pengujian FTIR nanopartikel karbon dan karbon aktif. Spektrum FTIR dari sampel secara kualitatif menunjukkan bahwa teridentifikasi gugus-gugus fungsi utama yang dimiliki oleh nanopartikel karbon *Graphena Oxide* (GO) yaitu berupa gugus fungsi C=O, C-O, C=C dan O-H. Kedua gugus fungsi tersebut saling berikatan dan menyebabkan terbentuknya struktur heksagonal atom karbon yang tersusun menjadi lapisan GO. Gugus fungsi C=C menjadi struktur dasar dari GO yang saling berikatan dan membentuk heksagonal dimana ikatan rangkap tersebut merupakan ikatan kovalen yang terbentuk dari hibridisasi sp^3 menjadi sp^2 dan sulit untuk terputus dikarenakan memiliki energi ikatan yang besar.

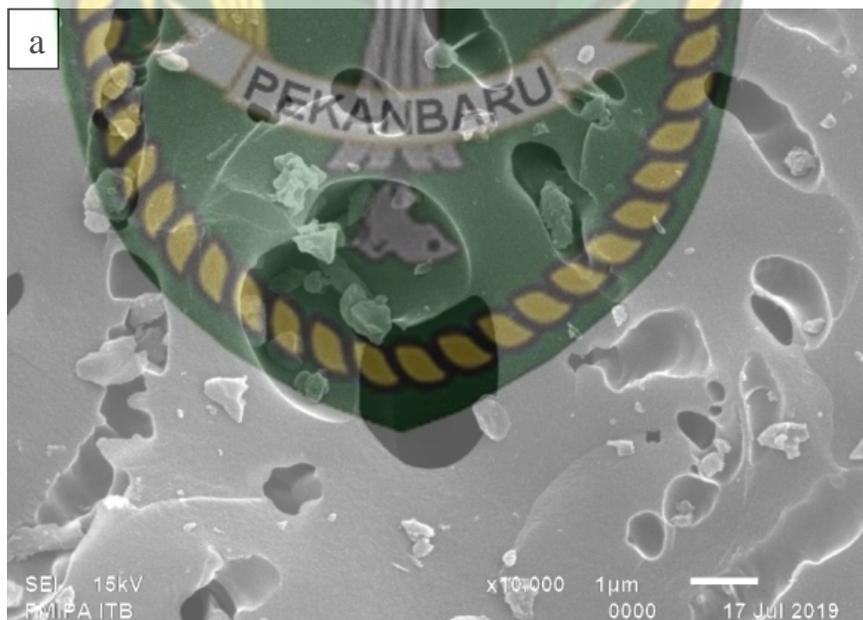
Berdasarkan hasil analisa dari gambar 4.1 pada sampel nanopartikel karbon menunjukkan ikatan C-H berada 788 cm^{-1} yaitu terbentuknya cincin aromatik kuat, C-H pada 1344 cm^{-1} yaitu alkana dan C-H pada 3076 cm^{-1} yaitu cincin aromatik sedang, kemudian C=C berada pada $1596,16\text{ cm}^{-1}$ yaitu terbentuknya cincin aromatik berubah-ubah. Ikatan O-H berada pada $2620,41\text{ cm}^{-1}$ disini terbentuk ikatan hydrogen asam karboksilat, O-H pada $3631,15\text{ cm}^{-1}$ terbentuk monomer alkohol,

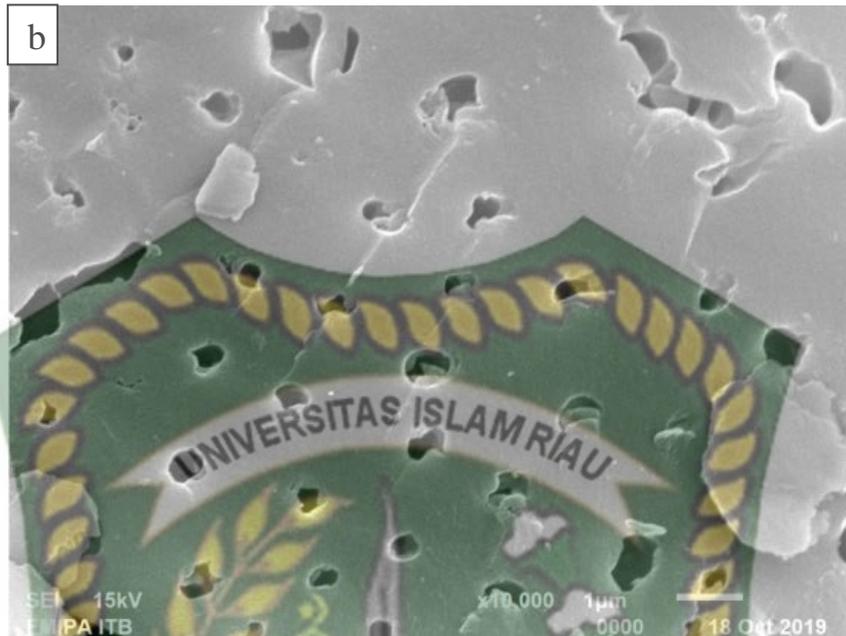
C=O berada pada $1722,51\text{ cm}^{-1}$ terbentuknya ester, sedangkan C-O berada pada $1088,86\text{ cm}^{-1}$ dan $1250,89\text{ cm}^{-1}$ alkohol, keton, asam karboksilat dan ester. Kemunculan C=O, C-O, C=C dan O-H tersebut menunjukkan bahwa GO sudah terbentuk (Norman Syakir, 2015). Sedangkan pada sampel karbon aktif tetap dan bentuknya serupa, secara khusus, getaran C=C aromatik pada karbon aktif (1591 cm^{-1}) sedangkan pada nanopartikel karbon C=C (1596 cm^{-1}) meningkat.

4.1.2 Karakterisasi Menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM)

Scanning Electron Microscope (SEM) merupakan alat untuk melihat dan menyelidiki bentuk dan ukuran permukaan objek secara langsung. SEM juga dapat melihat objek dengan perbesaran maksimal 3000000x. Pemeriksaan SEM dapat menghasilkan informasi topografi (permukaan fitur objek), morfologi (bentuk dan ukuran partikel objek), dan informasi kristalografi (bagaimana atom diatur didalam objek) (Karisa Ratih Natalia, 2016).

Gambar 4.2 ini menunjukkan hasil pengujian SEM di Laboratorium FMIPA ITB dengan perbesaran 10000x pada sampel nanopartikel karbon (a), dan karbon aktif (b)



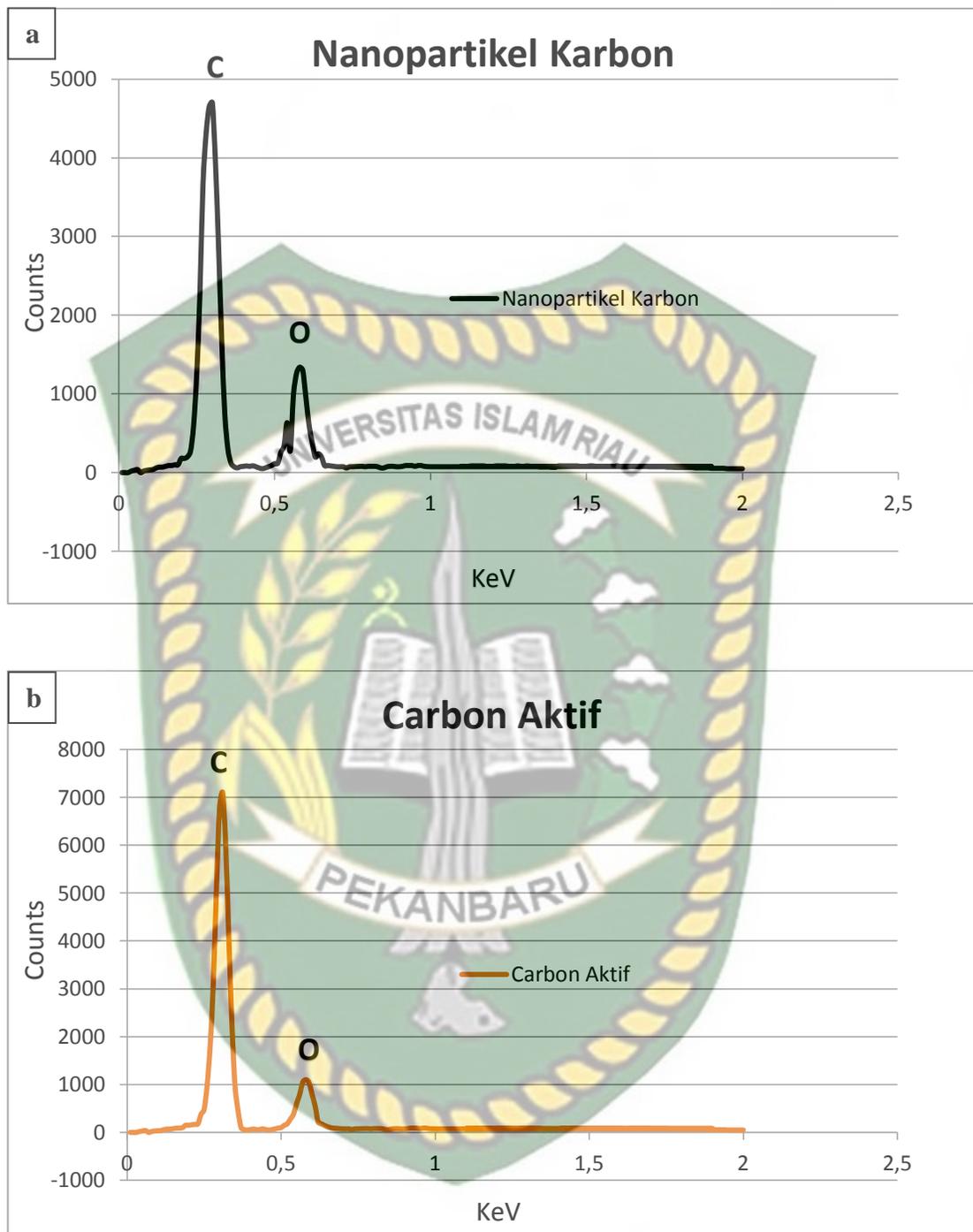


Gambar 12 Hasil pengujian SEM (a) karbon aktif dan (b) nanopartikel karbon dengan perbesaran 10000 x

Berdasarkan gambar 4.2 didapatkan hasil berupa gambar permukaan karbon aktif dan nanopartikel karbon dengan perbesaran yang sama yaitu 10000 x, keduanya memiliki bentuk pori-pori yang berbeda, pori-pori pada nanopartikel karbon lebih teratur dan banyak, sedangkan pada karbon aktif pori-pori lebih tidak teratur dan sedikit.

4.1.3 Karakterisasi Menggunakan *Energy-dispersive X-ray spectroscopy (EDS)*

Karakterisasi EDS digunakan untuk menganalisa unsur serta karakterisasi kimia dari sebuah sampel. Karakterisasi EDS nanopartikel karbon (a) dan karbon aktif (b) dapat dilihat pada gambar 4.3



Gambar 4.3 Grafik hasil pengujian EDS (a) nanopartikel karbon dan (b) karbon aktif

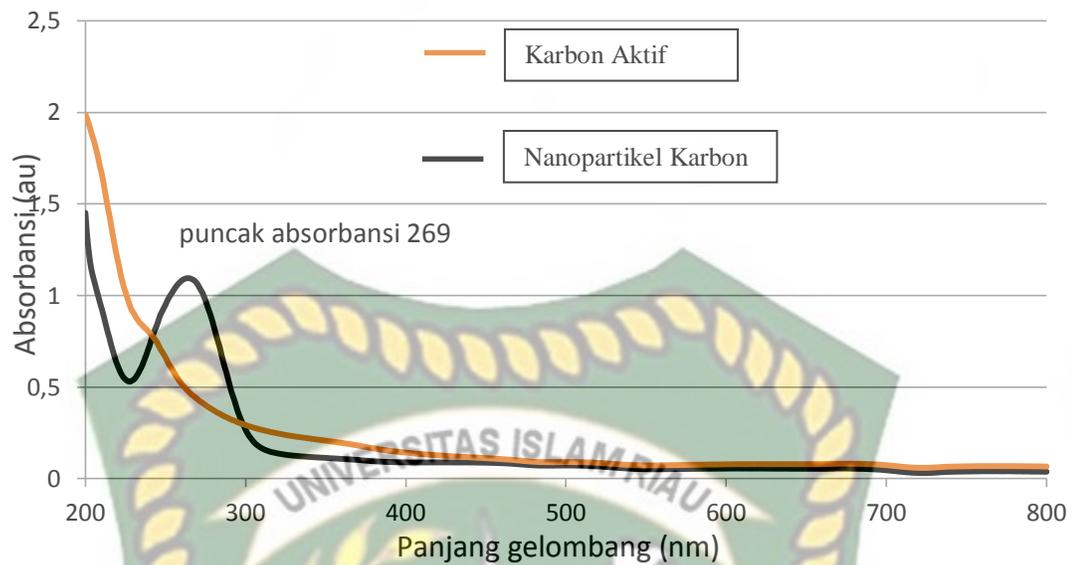
Berdasarkan Gambar 4.3 (a) dan (b) di atas menunjukkan bahwa unsur yang terkandung di dalam nanopartikel karbon dan karbon Aktif adalah unsur C dan O,

pada nanopartikel karbon unsur carbon (C) memiliki persentase massa yaitu 66,07% dan oksigen (O) memiliki persentase massa yaitu 33,93%, sedangkan pada karbon aktif unsur carbon (C) memiliki persentase massa yaitu 74,59% dan persentase massa unsur oksigen (O) yaitu 25,41%. Berdasarkan persentase susunan atom mayoritas dapat diamati bahwa hal ini bersesuaian dengan susunan atom pada karbon aktif yang mana unsur utama pembentuk karbon aktif adalah unsur carbon (C), sedangkan pada nanopartikel karbon *graphene oxide*, yang mana atom karbon juga menunjukkan unsur utama penyusun bahan, dan atom oksigen yang menunjukkan bahan dalam bentuk oksidanya, penurunan persentase massa carbon (C) pada nanopartikel karbon ini lebih sedikit daripada karbon aktif karena hasil oksidasi yang menandakan bahwa bahan tersebut merupakan nanopartikel karbon *graphene oxide*.

4.1.4 Karakterisasi Menggunakan UV-VIS

Uv-Vis Spektrofotometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur transmittan atau absorban suatu sampel sebagai fungsi panjang gelombang. Spektrofotometer Uv-Vis adalah salah satu dari sekian banyak instrumen yang biasa digunakan dalam menganalisa suatu senyawa kimia. Spektrofotometer umum digunakan karena kemampuannya dalam menganalisa begitu banyak senyawa kimia serta kepraktisannya dalam hal preperasi sampel apabila dibandingkan dengan beberapa metode analisa.

Hasil pengujian Uv-Vis sampel karbon aktif dan nanopartikel karbon dapat dilihat pada gambar 4.4 berikut,



Gambar 4.4 Grafik hasil analisis Uv-Vis nanopartikel karbon dan karbon aktif

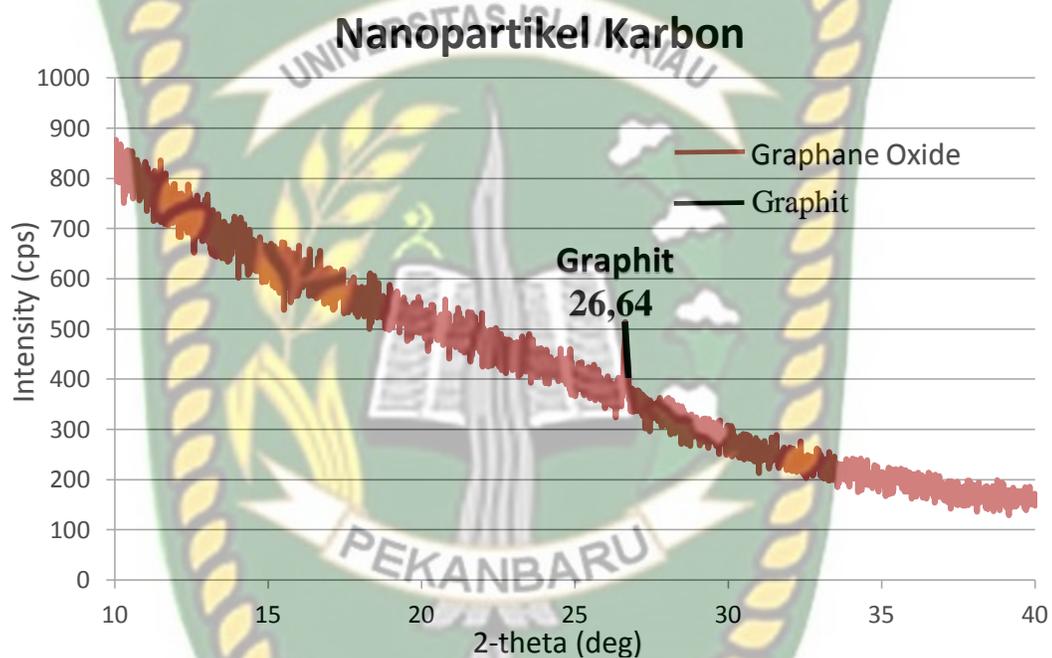
Berdasarkan gambar 4.4 tersebut, menunjukkan bahwa hanya sampel nanopartikel karbon yang mempunyai puncak absorbansi yaitu pada panjang gelombang 269 nm dengan puncak absorbansi 1,05 au. Sedangkan untuk sampel karbon aktif tidak memiliki puncak absorbansi.

Puncak absorbansi pada nanopartikel karbon muncul karena pada panjang gelombang tersebut terdapat transisi energy $\pi \rightarrow \pi^*$ yang menunjukkan ikatan ganda C=C (Mursyidah M. S., 2002). Keberadaan puncak ini juga menunjukkan ciri-ciri dari nanopartikel karbon atau lebih dikenal dengan *Graphene Oxide* (Norman Syakir, 2015).

4.2.5 Karakterisasi Menggunakan XRD

Difraksi sinar-X merupakan salah satu metode baku yang penting untuk mengkarakterisasi material. Sampai saat ini, metode difraksi sinar-X digunakan untuk mendapatkan informasi struktur Kristal material logam maupun paduan mineral, polimer, material organik dan superkonduktor. XRD memberikan data-data difraksi dan kuantisasi intensitas difraksi pada sudut-sudut dari suatu bahan. Data yang diperoleh dari XRD berupa difraksi sinar-X yang terdifraksi dan sudut-sudut 2θ .

Pola difraktogram yang dihasilkan berupa deretan puncak-puncak difraksi dengan intensitas relative bervariasi sepanjang nilai 2θ tertentu. Besarnya intensitas relatif dari deretan puncak-puncak itu tergantung pada jumlah atom-atom ion yang ada, dan distribusinya didalam sel satuan material tersebut. Pola difraksi masing-masing material berbeda, tergantung pada kisi kristal, unit parameter dan panjang gelombang sinar-X yang digunakan. Dengan demikian, sangat kecil kemungkinan menghasilkan pola difraksi yang sama untuk setiap padatan kristalin yang berbeda.



Gambar 4.5 Grafik hasil analisis XRD nanopartikel karbon

Berdasarkan gambar 4.5 diperlihatkan pola XRD pada sampel nanopartikel karbon. Tampak bahwa pada sampel memiliki puncak $2\theta = 26,64^\circ$, ini menunjukkan graphit dengan kualitas rendah. Hasil difraktogram nanopartikel karbon menunjukkan bahwa material cenderung berubah menjadi amorf atau tingkat kristalinitasnya berkurang. Pola puncak garfit muncul disebabkan karena grafit pada saat proses sintesis nanopartikel karbon tidak bereaksi dan menjadi pengotor pada nanopartikel karbon.

4.2 PENGARUH PENAMBAHAN NANOPARTIKEL KARBON TERHADAP LUMPUR PEMBORAN

Pengujian lumpur pemboran dengan penambahan nanopartikel karbon, pada penelitian ini menggunakan lumpur standar API (350 ml air + 22,5 gr *bentonite*) dengan penambahan nanopartikel karbon sebesar 0.5 gr.

4.2.1 *Filtration Loss*

Filtration loss dideskripsikan sebagai filtrat yang hilang dari komponen *liquid* sistem lumpur pemboran ke formasi (batuan) saat disirkulasikan kedalam batuan.

Tabel 4.1 Hasil pengujian *filtration loss* antara lumpur standard an lumpur yang ditambahkan nanopartikel karbon 0,5 gr

No	<i>Filtration Loss</i> (ml)	
	Lumpur Standar	Lumpur Standar + Nanopartikel karbon
1	13,9	10,8

Dari hasil pengamatan tabel 4.1 dapat dilihat bahwa lumpur standar yang ditambahkan nanopartikel karbon 0.5 gr dapat menurunkan terjadinya *filtration loss* yaitu dari 13,9 menjadi 10,8 ml, *filtration loss* berkurang 3,1 ml atau sekitar 23%, penurunan hasil filtrat cukup signifikan. Sesuai dengan sifatnya bahwa nanopartikel memiliki sifat adsorpsi yang tinggi sehingga dengan penambahan sedikit saja sudah sangat berpengaruh terhadap *filtration loss*. *Filtration loss* maksimum berdasarkan standar API adalah 15 ml (13A, 2015), berdasarkan hasil yang di dapat nilai *filtration loss* masih di bawah batas maksimum.

4.2.2 *Mud Cake*

Mud cake merupakan padatan yang terbentuk akibat adanya proses filtrasi dari lumpur pemboran yang bermanfaat sebagai salah satu fungsi penting dalam lumpur pemboran. Ketebalan *mud cake* membantu mencegah terjadinya masalah *formation damage* serta masalah peralatan yang terjadi.

Tabel 4.2 Hasil pengujian *mud cake* antara lumpur standar dan lumpur yang ditambahkan nanopartikel karbon 0,5 gr

No	<i>Mud Cake</i> (mm)	
	Lumpur Standar	Lumpur Standar + Nanopartikel Karbon
1	2	1.2

Pada tabel 4.2 dapat dilihat bahwa terjadi penurunan ketebalan *mud cake* pada lumpur yang ditambahkan dengan nanopartikel karbon. Penurunannya 0.8 mm atau 60% dari lumpur standar. Ketebalan *mud cake* maksimum berdasarkan standar API adalah 1,5 mm (13A, 2015), berdasarkan hasil yang di dapat nilai *mud cake* pada lumpur + nanoaprtikel karbon masih di bawah batas maksimum, akan tetapi nilai *mud cake* pada lumpur standar yang dilakukan di laboratorium didapat nilainya melebihi batas maksimum.

Terbentuknya *mud cake* pada pengujian ini terjadi karena adanya endapan nanopartikel karbon dan *bentonite* karena adanya proses filtrasi. Ukuran partikel nanopartikel *graphene oxide* dan *bentonite* saling terendapkan membentuk semacam saringan yang memiliki lubang-lubang untuk terjadinya proses filtrasi, semakin kecil ukuran partikel maka semakin kecil pula diameter lubang pada saringan. Ukuran partikel yang lebih kecil memiliki luas permukaan yang lebih besar, luas permukaan partikel pada nanopartikel karbon memiliki pori-pori yang lebih besar, sehingga *bentonite* dalam lumpur terendapkan dan mengisi pori-pori pada nanopartikel karbon *graphene oxide* serta memperkecil permeabilitas *mud cake* dan mengurangi proses filtrasi air.

BAB V

KESIMPULAN

5.1 KESIMPULAN

1. a. Hasil karakterisasi FTIR menunjukkan adanya ikatan O-H, C=O, C=C dan C-O pada sampel. Kehadiran ikatan kimia ini membuktikan bahwa karbon yang dihasilkan telah menjadi nanopartikel karbon yang disebut juga dengan *Graphene Oxide* (GO).
 - b. *Morphology* permukaan yang dihasilkan dari pengujian SEM menunjukkan nanopartikel karbon memiliki pori-pori yang lebih banyak dan teratur berbanding dengan karbon aktif, dan unsur yang terkandung dalam nanopartikel karbon hanya C dan O, sedangkan pada karbon aktif terdapat beberapa unsur lain yaitu O, Na, Mg, Al, Si, Ca, Au.
 - c. Karakterisasi Uv-Vis terlihat puncak absorbansi pada panjang gelombang 269 nm yang membuktikan material tersebut adalah nanopartikel *Graphene Oxide* (GO).
 - d. Hasil karakterisasi XRD memperlihatkan bahwa material berbentuk amorf dan terdapat puncak grafit pada $26,64^\circ$, ini menandakan bahwa nanopartikel karbon sudah terbentuk dengan baik.
2. Berdasarkan hasil pengujian lumpur pemboran didapat bahwa lumpur pemboran yang ditambah nanopartikel karbon 0,5 gr telah dapat mengurangi *filtration loss* sebesar 3,1 ml yaitu dari 13,9 ml menjadi 10,8 ml. Begitu juga dengan *mud cake* yang ketebalannya berkurang dari 2 mm menjadi 1,2 mm.

5.2 SARAN

Adapun saran yang dapat penulis berikan yaitu melakukan uji Raman *Spectroscopy* pada nanopartikel karbon untuk mengidentifikasi lebih lanjut mengenai nanopartikel karbon dan melakukan uji sampel nanopartikel karbon untuk *filtration loss* dan semen pemboran

DAFTAR PUSTAKA

- Specification For Drilling Fluids Materials. (2010). *API SPEC 13A* .
- A. Aftab, A. I. (2017). Nanoparticles Based Drilling Muds A Solution To Drill Elevated Temperature. *Jouornal Homepage*, 1301-1313.
- Abdul Razak Ismail, W. R. (2016). Nanoparticles Performance As Fluid Loss Additives In Water Based Drilling Fluids . *Materials Science Forum*, 2-5.
- Aji Pambudi, M. F. (2017). Analisis Morfologi Dan Spektroskopi Infra Merah Serat Bambu Betung (*Dendrocalamus Asper*) Hasil Proses Alkalisasi Sebahai Penguat Komposit Absorpsi Suara. *Jurnal TEKNIK ITS Vol. 6 No. 2*.
- Amri Ismail, H. S. (2010). Activated Carbon From Durian Seed By H₃PO₄ Activation. *Indo. J. Chem.*, 2010, 10 (1), 36 - 40, 36-40.
- Andreas Junianto, C. R. (2017). Perencanaan Lumpur Pemboran Berbahan Dasar Air Pada Sumur X Lapangan Y. *Jurnal Petro*.
- Cheraghian, G. (2017). Application Of Nano-Particles Of Clay To Improve Drilling Fluid . *Int. J. Nanosci. Nanotechnol.*, Vol. 13, No. 2, 1-5.
- D. Mahmood, N.-Z. A. (2017). Improving Drilling Fluid Properties By Using Nano-Additives . *Engineering And Technology Journal* , 2-7.
- Dantas, A. P., Leite, R. S., Nascimento, R. C., & Amorim, L. V. (2014). The Influence Of Chemical Additives In Filtration Control Of Inhibited Drilling Fluids . *Brazilian Journal Of Petroleum And Gas*, 2-5.
- Dio Rekayandra, B. S. (2015). Evaluasi Penggunaan Material Dan Program Lumpur Pada Sumur "DR" Lapangan CC PT Pertamina EP. *Seminar Nasional Cendekiawan* .
- Drs. M. Mustaghfirin Amin, M. (2013). *Lumpur Dan Hidrolika Lumpur Pemboran*. Jakarta: Kementrian Pendidikan Dan Kebudayaan Republik Indonesia.
- E I Mikhienkova, A. V. (2018). The Effect Of Nanoparticles Additives On Filtration Properties Of Drilling Muds With Microparticles. *Journal Of Physics*, 2-5.

- Fadillah Widiatna, B. S. (2015). Analisis Penggunaan Lumpur Pemboran Pada Formasi Gumai Shale Sumur K-13, S-14 Dan Y-6 Trayek 12 1/4 Inch CNOOC SES Ltd. *Seminar Nasional Cendekiawan*.
- Fauzan. (2015). Pengaruh Efek Parameter Pirolisis Terhadap Yield Asap Cair Dan Arang Pada Proses Pirolisis Cangkang Kemiri Dengan Reaktor Pipa Api. *Journal.Ftumj.Ac.Id/Index.Php/Semnastek*, 1-3.
- Frilla R.T.S, E. H. (2008). Pengaruh Temperatur Terhadap Pembentukan Pori Pada Arang Bambu. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi-II 2008* (P. 2). Universitas Lampung: FMIPA Universitas Negeri Jakarta Dan FMIPA Universitas Indonesia, Depok .
- Ir. Bayu Satiyawira, M. (2018). Pengaruh Temperatur Terhadap Sifat Fisik Sistem Low Solid Mud. *Jurnal Petro*.
- Ir. Bayu Satiyawira, M. (2018). Pengaruh Temperatur Terhadap Sifat Fisik Sistem Low Solid Mud Dengan Penambahan Aditif Biopolimer Dan Bentonite Extender. *Jurnal Petro* .
- Jamal Nasser, A. J. (2013). Experimental Investigation Of Drilling Fluid Performance As Nanoparticles . *World Journal Of Nano Science And Engineering*,, 57-61.
- Karisa Ratih Natalia, E. W. (2016). Struktur Mikro Pada Beton Dengan Limbah Batu Onyx Sebagai Pengganti Agregat Kasar. *Jurnal Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Universitas Brawijaya*.
- Kasiralvalad, E. (2014). World Journal Of Nano Science And Engineering, 2013, 3, 57-61 . *International Journal Of Nanodimension*, 1-7.
- Kurniati, E. (2008). Pemanfaatan Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Arang Aktif. *Jurnal Penelitian Ilmu Teknik Vol.8*, 2-6.
- M., A. E. (2015). Effect Of Fe₄O₃ Nanoparticles On The Rheological Properties Of Water Based Mud . *Journal Of Physical Science And Application* , 415-422.
- Majid S Al Ruqeishi, Y. A. (2018). Nanoparticles As Drilling Fluids Rheological Properties Modifiers. *Petrochemical Science*, 2-6.
- Man Kee Lam, R. Z. (2008). Production Of Activated Carbon From Sawdust Using Fluidized Bed Reactor. *International Conference On Environment*.

- Maria G. Sebag Bernd, S. R. (2016). Synthesis Of Carbon Nanostructures By The Pyrolysis Of Wood Sawdust In A Tubular Reactor. *Journal Of Material Research And Technology*, 1-6.
- Mohamed Khodja, J. P. (2010). Shale Problems And Water-Based Drilling Fluid Optimisation In The Hassi Messaoud Algerian Oil Field. *Journal ELSEVIER*, 1-4.
- Mohammad Abul Hossain, S. I. (2013). Synthesis Of Carbon Nanoparticles From Kerosene And Their Characterization By SEM/EDX, XRD And FTIR . *American Journal Of Nanoscience And Nanotechnology* , 1-4.
- Mohd Sameer Khan, N. S. (2016). Enhancing Drilling Fluid Performance By Introducing Nanoparticles . *Vth International Symposium On "Fusion Of Science & Technology*.
- Mursyidah, A. N. (2015). Effect Of Nanosilica Injection To Oil Recovery Factor In Low Porosity And Permeability Reservoir. *Jurnal Intelek*, 11-13.
- Mursyidah, M. S. (2002). Polymer Light Emitting Diode Made Of Poly(4,4'-Diphenylene Diphenylvinylene) And Poly(Pvinylcarbazole) Thin Films. *ICSE2002 Proceeding*. Penang, Malaysia.
- Nakasa, M. A. (2015). Evaluasi Penanggulangan Lost Circulation Pada Sumur M-1 Dan M-2 Lapangan X Phe Wmo. *Seminar Nasional Cendikiawan*.
- Nmegbu, C. G. (2014). Bacteria As A Filtration Loss Reducing Agent During Drilling . *Fnmegbu Int. Journal Of Engineering Research And Applications* , 1-2.
- Norman Syakir, R. N. (2015). Kajian Pembuatan Oksida Grafit Untuk Produksi Oksida Grafena Dalam Jumlah Besar. *Jurnal Fisika Indonesia*.
- ÖZKAN, A. (2018). Effect Of Multi-Walled Carbon Nanotubes On The Water-Based Drilling Muds. *Journal Of Sci*, 1-3.
- R. Saboori, S. S. (2012). Decreasing Of Water Loss And Mud Cake Thickness By CMC Nanoparticles In Mud Drilling . *International Journal Of Nano Dimension*, 101-104.

- Ramasamy, M. A. (2018). Potential Application Of Nanomaterials In Oil And Gas Field Drilling Tools And Fluids Design. *J. Chem. Chem. Eng.* 12 , 1-5.
- Sedigheh Sadegh Hassani, A. A. (2016). The Effect Of Nanoparticles On The Heat Transfer Properties Of Drilling Fluids. *Journal Of Petroleum Science And Technology*, 1-5.
- Shreshta, R. M. (2016). Effect Of Preparation Parametera On Methylene Blue Number Of Activated Carbons Prepared From A Locally Available Material. *Journal Of Engineering*, 169-174.
- Siddiqui, A. Z. (2017). Investigating And Enhancing Mud Cake Reduction Using Smart Nano Clay Based WBM . *Journal Of Petroleum And Environmental Biotechnolody*, 1-3.
- Siing, A. L. (2016). Slow Pyrolysis Of Corncobs For Biochar As A Possible Alternative To Graphene Oxide . *Universiti Sains Malaysia*, 20-23.
- Skoog, H. N. (1998). *Principle Of Instrument Analysis*.
- Terrones AR, B.-M. A.-U.-C. (2010). Graphene And Graphite Nanoribbons: Morphology, Properties, Synthesis, Defects And Applications. . *Nano Today* 5(4): 351-372.
- Truong, L. A. (2013). Graphene From Fundamental To Future Application. *South Korea: Chonbuk National University*.
- Vivek Raipuria, N. R. (2018). Use Of Nanoparticle Derived From Natural Source And. *Int. J. Oil, Gas And Coal Technology*, 1-4.
- Yessy Meisrilestari, R. K. (2013). Pembuatan Arang Aktif Dari Cangkang Kelapa Sawit Dengan Aktivasi Secara Fisika, Kimia Dan Fisika-Kimia. *Konversi, Volume 2 No. 1*.