

**PENGARUH VARIASI METODE SINTESIS *GRAPHENE*
OXIDE BATERAI Zn-C TERHADAP PERFORMA *RHEOLOGY*
DAN *FILTRATION LOSS* FLUIDA PEMBORAN**

TUGAS AKHIR

Diajukan guna penyusunan tugas akhir Program Studi Teknik Perminyakan

Oleh
VANDRIANA ARTIWI

153210548



PROGRAM STUDI TEKNIK PERMINYAKAN

UNIVERSITAS ISLAM RIAU

PEKANBARU

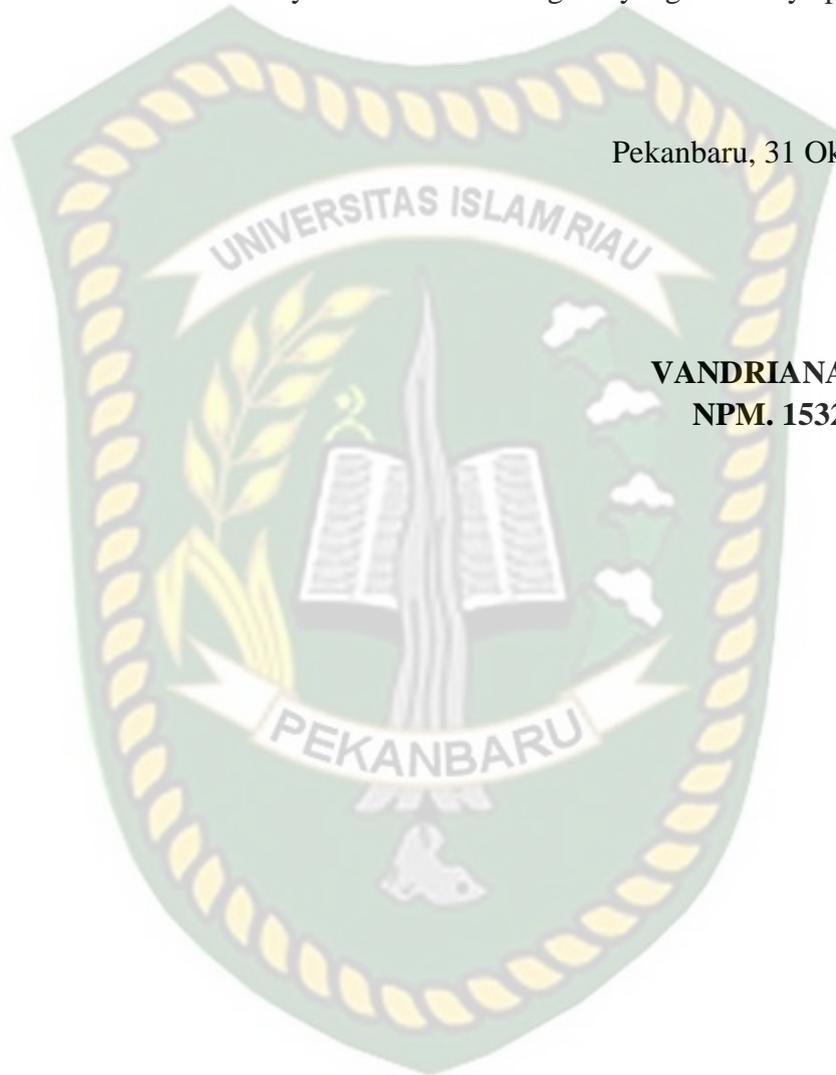
2020

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

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

Pekanbaru, 31 Oktober 2020

VANDRIANA ARTIWI
NPM. 153210548



KATA PENGANTAR

Besar rasa syukur yang dilimpahkan kepada Allah Subhannahu wa ta'ala dikarenakan Rahmat dan Nikmat yang telah diberikan-Nya sehingga saya mampu menyelesaikan Tugas Akhir ini ditengah masa pandemic covid-19. Penulisan Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Perminyakan, Universitas Islam Riau. Banyak pihak yang telah meluangkan waktunya untuk membantu dan mendorong saya dalam penyelesaian Tugas Akhir ini sehingga saya memperoleh ilmu pengetahuan selama perkuliahan. 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 serta saran dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
2. Ibu Novia Rita, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi sekaligus Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan masukan serta membimbing saya selama masa perkuliahan serta dosen-dosen lainnya yang telah melimpahkan ilmu pengetahuan dan hal lainnya.
3. Kedua Orang Tua, Bapak Marhevan Heri dan Ibu Welisma, beserta saudari-saudari saya yang telah memberikan doa, motivasi dan dukungan baik berupa moril maupun material hingga saat ini.
4. Laboratorium Teknik Perminyakan UIR khususnya Laboratorium Pemboran yang telah menyediakan sarana dan prasarana untuk mendukung keberhasilan Tugas Akhir ini.
5. Laboratorium SEM ITB yang telah membantu dalam pengujian *sample* penelitian Tugas Akhir ini.
6. Laboratorium FMIPA UR yang telah membantu dalam pengujian spektrofotometer UV-Vis Tugas Akhir ini.
7. Bapak Zulkifli, S.Si, M.Si selaku kepala Laboratorium FMIPA UNP yang telah menyempatkan membantu proses pengujian secara langsung Tugas Akhir ini.

8. PT. Pertamina Drilling Service Indonesia dan Arif Rahmadani, S.T yang telah membantu untuk penyediaan bahan bentonite.
9. Seluruh sahabat-sahabat yang saya sayangi, teman-teman Petronass serta Angkatan 2015 Teknik Perminyakan Universitas Islam Riau.

Pekanbaru, 01 November 2020

VANDRIANA ARTIWI



Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR SINGKATAN	x
DAFTAR SIMBOL	xi
ABSTRAK	xii
ABSTRACT	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	4
1.3 Manfaat Penelitian.....	4
1.4 Batasan Masalah.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Fluida Pemboran.....	5
2.2 <i>Graphene oxide</i> dan Batang Karbon Baterai Zn-C	5
2.3 <i>State Of The Art</i>	6
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Metodologi Penelitian	10
3.2 Diagram Alir.....	11
3.3 Alat Dan Bahan	12
3.4 Prosedur Penelitian.....	16
3.5 Lokasi Penelitian	21
3.6 Jadwal Kegiatan Penelitian.....	21
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Karakterisasi <i>Graphene oxide</i> Carbon Baterai Zn-C.....	22
4.2 Aplikasi Sintesis <i>Graphene oxide</i> Terhadap Fluida Pemboran.....	31

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan 37

5.2 Saran 38

DAFTAR PUSTAKA 39

LAMPIRAN41



Dokumen ini adalah Arsip Milik :
Perpustakaan Universitas Islam Riau

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Struktur Baterai Zn-C.....	6
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	11
Gambar 3. 2 Timbangan Digital.....	12
Gambar 3. 3 <i>Shaker Cup</i>	12
Gambar 3. 4 Gelas Ukur.....	12
Gambar 3. 5 Blender	13
Gambar 3. 6 <i>Marbles</i>	13
Gambar 3. 7 <i>Mud Mixer</i>	13
Gambar 3. 8 Oven	14
Gambar 3. 9 <i>Filter Paper</i>	14
Gambar 3. 10 <i>Sieve 300 ASTM</i>	14
Gambar 3. 11 Spektrofotometer Uv-Vis	14
Gambar 3. 12 <i>Fann VG Meter</i>	15
Gambar 3. 13 <i>Marsh Funnel</i>	15
Gambar 3. 14 <i>LPLT Filter Press</i>	15
Gambar 3. 15 <i>Mud balance</i>	15
Gambar 3. 16 Jangka Sorong	16
Gambar 3. 17 Batang Karbon Baterai Zn-C.....	16
Gambar 4.1 Hasil pengujian SEM GO metode variasi <i>collision marbles</i> (a) <i>sample</i> dasar <i>graphite</i> (b) <i>sample</i> GO 1M, (c) <i>sample</i> GO 3M, (d) <i>sample</i> GO 5M dan (e) <i>sample</i> GO 7M	24
Gambar 4. 2 Komposisi unsur <i>sample graphite</i> dan sintesis <i>Graphene oxide</i>	25
Gambar 4. 3 Grafik spektrum UV-Vis <i>sample</i> sintesis <i>Graphene oxide</i> dengan Variasi Metode <i>Collision marbles</i>	27
Gambar 4. 4 Grafik % <i>transmitten</i> Vs panjang gelombang hasil pengujian FTIR sintesis <i>Graphite</i> dan <i>Graphene oxide</i>	30
Gambar 4. 5 Data waktu alir fluida pemboran pada <i>marsh funnel</i>	32
Gambar 4. 6 Hasil <i>Mudcake</i> menggunakan <i>LPLT Filter Press set</i> (a) <i>Sample I</i> (b) <i>Sample II</i> (c) <i>Sample III</i> (d) <i>Sample IV</i> (e) <i>sample V</i>	36

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Jadwal Kegiatan	19
Tabel 4.1 Hasil Pegujian Mud Balance	31
Tabel 4.2 Data Rheology Lumpur Pemboran dengan Konsentrasi <i>Graphene oxide</i> 0.4 wt%	32
Tabel 4.3 <i>Bentonite physical specifications</i>	33
Tabel 4.4 Data hasil <i>filtration loss</i> dan <i>mud cake</i> fluida pemboran.....	34



DAFTAR SINGKATAN

GO	<i>Graphene oxide</i>
API	<i>American Petroleum Institute</i>
WBM	<i>Water Based Mud</i>
CMC	<i>Carboxymethyl Cellulose</i>
BaSO ₄	<i>Barium Sulfate</i>
CVD	<i>Chemical Vapour Depositions</i>
LPLT	<i>Low Pressure Low Temperature</i>
CaCO ₃	<i>Calcium Carbonate</i>
LE	<i>Liquid-phase Exfoliation</i>
RCMS	<i>Random Collision Marbles Shaking</i>
Zn-C	<i>Zinc Carbon</i>
LS	<i>Lumpur Standar</i>
SEM	<i>Scanning Electron Microscope</i>
EDX/EDS	<i>Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy</i>
FTIR	<i>Fourier Transform Infra Red</i>
UV-Vis	<i>Ultra Violet-Visible</i>
Wt	<i>Weight total</i>
RPM	<i>Rotate per minute</i>

DAFTAR SIMBOL

C	Carbon
O	Oksigen
μp	<i>Plastic viscosity</i>
ρ	Densitas
b	<i>Yield point/plastic viscosity ratio</i>
C_{600}	<i>Viscometer dial reading 600 rpm</i>
CM	<i>Collision Marble</i>



**PENGARUH VARIASI METODE SINTESIS *GRAPHENE OXIDE*
BATERAI Zn-C TERHADAP PERFORMA *RHEOLOGY* DAN
FILTRATION LOSS FLUIDA PEMBORAN**

VANDRIANA ARTIWI
NPM. 153210548

ABSTRAK

Penggunaan *additive* dalam menjaga performa *rheology* dan *filtration loss* fluida pemboran sudah diketahui meluas seperti CMC, Barite, dan CaCO₃. Penelitian ini telah mengkaji *additive* baru lumpur pemboran yang masih sangat jarang diteliti saat ini yaitu *Graphene Oxide* (GO). Untuk mendapatkan material GO biasanya disintesis dengan metode *Hummer* yang metodenya cukup rumit dan menggunakan bahan kimia yang berbahaya atau menggunakan metode CVD yang memerlukan biaya yang sangat mahal walaupun kemurniannya tinggi. Oleh karena itu, peneliti telah mencoba mensintesis GO *graphite* limbah baterai Zn-C dengan metode yang sederhana dan lebih murah yaitu metode *Collision Marble*.

Untuk menemukan karakteristik GO yang diharapkan, telah diteliti pengaruh jumlah *marble* dalam proses mensintesis dan telah diteliti pula pengaruh GO dengan variasi jumlah *marble* tersebut terhadap *rheology* dan *filtration loss* lumpur pemboran.

Hasil sintesis GO menunjukkan bahwa jumlah *marble* (1,3,5,7) telah mempengaruhi karakteristik GO seperti sifat optik dan sifat fisik. Panjang gelombang absorbansi untuk GO 1 *marble* sebesar 233.9 nm, sedangkan 3,5,7 *marble* sebesar 228.9 nm. Hasil SEM menunjukkan bahwa jumlah *marble* juga mempengaruhi struktur topografi. GO 1 *marble* menunjukkan transparansi lapisan, yang mengindikasikan bahwa lapisan terkefolsiasi dengan baik. Pada GO 3 *marble*, proses eksfoliasi meninggalkan beberapa tumpuk lapisan. Pada GO 5,7 *marble* masih terlihat berlapis-lapis. Pengujian EDX GO 1 *marble* menghasilkan 94.24% unsur C dan 5.76% O. GO 3 *marble* mengandung 87.05% unsur C dan 11.36% unsur O. Pada GO 5 *marble* sebesar 92.63%, dan O sebesar 5.90%. Pada GO 7 *marble* kandungan C hanya sebesar 48.56% dan O 23.48%. Spektrofotometer FTIR menunjukkan gugus fungsi *sample* GO 1,3,5,7 *marble* memiliki gugus fungsi C=C pada 1531 cm⁻¹, C-O, C=O pada 1735cm⁻¹ dan O-H pada 2679 cm⁻¹. Hasil sintesis GO dengan variasi *marble* telah mempengaruhi lumpur pemboran. Lumpur GO 1 *marble* memiliki ketebalan *Mudcake* 1.5mm dengan *Filtrate Volume* 14.8 ml, dan 1.6 mm untuk lumpur GO 3 *marble*, 5 *marble*, dan 7 *marble*. Dengan *Filtrate Volume* lumpur GO 3 *marble* sebesar 14.3 ml, lumpur GO 5 *marble* 16.4 ml dan *Filtrate Volume* lumpur GO 7 *marble* sebesar 16 ml. Sedangkan *Mudcake* lumpur standar 2 mm dengan *Filtrate Volume* 15 ml. Dengan *rheology* nilai *gel strength* lumpur standar 0.42 lb/100ft² berubah menjadi 0.6 lb/100ft² pada lumpur GO 1 *marble*. Sementara nilai *gel strength* yang sama untuk ketiga variasi lainnya sebesar 0.4 lb/100ft².

KATA KUNCI : *Graphene Oxide, Filtration loss, Rheology, Collision marble's method, Lumpur pemboran.*

***The Effect Variations Synthetic Methods of Graphene Oxide of
Batteries Zn-C on Rheology Performance and The Filtration Loss of
Drilling Fluids***

**VANDRIANA ARTIWI
NPM. 153210548**

ABSTRACT

The use of additives in keeping performance on rheology and filtration loss is known to spread like CMC, barite, and CaCO₃. The study has examined a new strain of drilling mud that is still very rare today: Graphene Oxide (GO). To obtain the GO material is commonly synthesized by hummer methods which are quite sophisticated and use dangerous chemicals or by the CVD method that would cost a high amount of money even though pure. Hence, researchers have been trying to synthesize the GO-based graphite Zn-c battery waste using the simpler and cheaper method of collision marble.

To find the expected characteristic of GO, has been researched the effect variations number of marbles in the shyntesis process and also has been researched the effect of GO with that marble variations in rheology performance and filtration loss drilling fluid.

The synthesis of GO shows that marble (1,3,5,7) has affected the characteristics of GO such as optics and physical properties. Absorbance wavelength for GO 1 marble for 233.9 nm, whereas 3,5,7 marble for 228.9 nm. The result of SEM shows that marble amount also has affected topography structure. GO 1 Marble shows a transparency layer, which indicates that it is well exfoliated. In GO 3 marble, process of exfoliation leaves multiple layers. In GO 5 and 7 marble still looks like multiple layers. Testing for EDX GO 1 marble is produce 94.24% elements C and 5.76% O. GO 3 marble contains 87.05% elements C and 11.36% of element O. In GO 5 marble by 92.63% C, and O for 5.90%. At GO 7 marble C has only 48.56% and O 23.48%. Spectrophotometer FTIR shows specimen unit GO 1,3,5,7 marble has C=C function clusters in 1531 cm⁻¹, C-O, C=O in 1735cm⁻¹ and O-H at 2679 cm⁻¹. The result of synthesis GO with variations marble has affected the mud drilling. The mud of GO 1 marble is 1.5 mm thick and Filtrate Volume 14.8ml, and 1.6 mm for mud of GO 3, 5 and 7 marbles. With Filtrate Volume mud of GO 3 marble is 14.3 ml, GO 5 marbles mud 16.4ml and the mud of GO 7 marble has 16ml Filtrate Volume. Whereas the standard mud is 2mm Mudcake and 15 ml Filtrate Volume. With rheology value of gel strength standard mud is 0.42 lb/100ft² turns to 0.6 lb/100ft² at GO 1 marble mud.while the same gel strength value for the three other variations amounts to 0.4lb/100ft².

KEYWORDS: *Graphene oxide, filtration loss, rheology, collision marble's method, drilling fluid.*

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Proses pemboran tidak lepas dari tahapan sirkulasi lumpur pemboran. Lumpur pemboran merupakan salah satu elemen paling penting dalam operasi pengeboran. Lumpur memiliki nilai fungsi yang harus seluruhnya teroptimalisasi untuk memastikan keamanan dan meminimalisir masalah dalam *wellbore*. Kegagalan dari lumpur dapat menyebabkan biaya yang ekstrim untuk material dan waktu, serta bisa pula menyebabkan permasalahan pokok seperti *filtration lost*, *mud cake*, *kick*, dan *blowout*. (Rabia, 2002)

Fungsi lumpur sendiri salah satunya adalah menjaga tekanan formasi dengan mengatur densitas lumpur pemboran tersebut. Untuk melindungi formasi produktif dengan menghasilkan pengendapan *mud cake* yang tepat agar tidak menyebabkan kerusakan pada formasi produktif. Masalah yang sering terjadi pada proses pemboran sebagian diakibatkan oleh formasi serta fluida pemboran itu sendiri. Seperti, pipa terjepit yang diakibatkan oleh penebalan *mud cake* dari lumpur pemboran. Sementara itu, ketika *mud cake* terlalu tipis akan menyebabkan hilangnya filtrasi (*filtration loss*) lumpur pemboran yang masuk kedalam dinding-dinding formasi (Amin, 2014). Dalam proses pemboran juga sering kali terjadinya *lost circulation* dikarenakan densitas yang tidak sesuai dengan kondisi tekanan formasi. Densitas yang terlalu besar dapat mengakibatkan *lost circulation* terjadi, dan akan mengakibatkan *kick* jika densitas terlalu kecil (Fitrianti, 2016).

Untuk mendapatkan fungsi lumpur yang baik, terdapat beberapa *additive* yang dapat digunakan pada lumpur. Penggunaan *additive* sendiri disesuaikan dengan permasalahan pada lumpur untuk mengoptimalkan fungsinya. Beberapa fungsi *additive* adalah sebagai *weighting material* yang berfungsi untuk meningkatkan densitas. Biasanya menggunakan Barite (BaSO_4), (Fe_2O_3) dan Calcium Carbonate (CaCO_3). Dan *additive* CMC yang berguna sebagai *Fluid Loss Reducer* untuk mengurangi *filtration loss* fluida pemboran.

Seiring dengan perkembangan yang ada, terdapat penelitian material baru yang berukuran lebih kecil. Nanopartikel memiliki sifat fisik yang unik dikarenakan ukuran yang kecil dengan area permukaan yang tinggi, dimana mampu menjadikan lebih kuat dan lebih reaktif dibandingkan dengan material

yang tidak berukuran nanopartikel. Nanopartikel yang sudah diteliti sebelumnya yaitu, nanosilika. Nanosilika memiliki ukuran tiga dimensi, nanosilica berpotensi sebagai non reaktif *inhibitor shale* dan mampu menyumbat pori dengan ukuran nano untuk mencegah invasi air kedalam *shale* (Alias, Ghazali, Mohd, & Yahya, 2014).

Graphene oxide merupakan material yang berukuran dua dimensi yang berasal dari *graphite* dengan memperkenalkan ikatan kovalen C–O. Fokus utama pada produksi *GO* yang difungsikan untuk meningkatkan *filtration lost control* dan *rheology* fluida pemboran (Dimiev & Tour, 2014). Menurut penelitiannya, *GO* mampu mengontrol *filtration loss* fluida pemboran dikarenakan morfologi *GO* memiliki bentuk pori *hexagonal* sehingga apabila ditambahkan kedalam lumpur pemboran, *filtrate* akan tertahan didalam pori *hexagonal* *GO* tersebut. Dan juga ukuran partikel yang kecil didalam suspensi, ketebalan lapisan yang tipis dari *GO* dan penyebaran *GO* yang baik adalah alasan utama kinerja *GO* unggul dalam *filtration loss control*. Pori *hexagonal* dan ketebalan lapisan yang tipis *GO* merupakan hasil eksfoliasi dari *graphite* baterai Zn-C. Dan juga *GO* mampu menjalankan fungsi *rheology* lumpur lebih baik. Seperti yang dikatakan oleh (Kusrini, Oktavianto, Usman, Mawarni, & Alhamid) pada tahun 2019, bahwa penambahan *GO* sebagai *additive* dalam *water based mud* mengurangi nilai *plastic viscosity* karena dengan ukuran yang kecil tersebut mampu mengurangi gesekan dan memudahkan daya tahan terhadap aliran. Dapat dirasionalkan bahwa muatan *GO* yang negatif dalam fluida akan menetralsir muatan pada bentonite, mengakibatkan penurunan viskositas cair yang kemudian menyebabkan nilai *plastic viscosity* yang lebih rendah meskipun penambahan *GO* meningkatkan kandungan padat dalam fluida pemboran. Nilai *plastic viscosity* yang lebih rendah memiliki dampak positif dalam operasi pemboran untuk menghindari tekanan tinggi disepanjang *drilling string* yang dapat mempengaruhi sirkulasi fluida dan kemampuan fluida dalam mengangkat *cutting*. Dalam *rheology*, *GO* juga mampu meningkatkan nilai *gel strength* dan *yield point* (YP) karena penurunan viskositas dan meningkatkan kekuatan fluida. Area permukaan nanomaterial *GO* yang tinggi, sehingga meningkatkan energi permukaan. Dengan demikian, partikel dalam *GO* merupakan daya tarik yang tumbuh dan melekat bersama untuk

mengurangi energi permukaan sehingga meningkatkan *yield point*. Meningkatkan nilai YP akan meningkatkan kemampuan fluida untuk membersihkan *cutting* dari reservoir dengan baik dan mengurangi torsi pada *drilling string*.

Sampai saat ini, penelitian mengenai metode menghasilkan sintesis GO berbahan *graphite* sudah banyak dilakukan. Seperti, metode *Staudenmaier*, yang kemudian dikembangkan menjadi metode *Brodie*, dan metode *Hummers*. Metode *Staudenmaier* dan *Brodie* mengkombinasikan kalium klorat dan asam nitrat sebagai oksidator, sedangkan metode *Hummer* membuat kombinasi kalium permanganat dan asam sulfat sebagai oksidator. Metode *hummer* merupakan metode terbaru dari penyempurnaan metode-metode sebelumnya secara kimia beracun (Cahyani, 2018).

Pada tahun 2000, mulai berkembang teknologi lain memproduksi GO dengan memanfaatkan uap yaitu, *Chemical Vapour Deposition* (CVD). Metode CVD memiliki keunggulan utama yaitu menghasilkan film-film tipis yang memiliki ketebalan dinding samping fitur sebanding dengan ketebalan dibagian atas. Keunggulan lainnya selain mampu memproduksi material lebih banyak, CVD juga dapat menghasilkan GO dengan tingkat kemurnian sangat tinggi. Tetapi kelemahan metode ini terletak pada sifat-sifat prekursor yang bersifat beracun, eksplosif dan korosif (Dinata, Rosyadi, Hamid, & Zainul, 2014). Proses CVD juga membutuhkan biaya yang relatif mahal karena menggunakan substrat SiO_2 (Ilhami & Susanti, 2014).

Selanjutnya mulai ditemukan beberapa metode baru yang menggunakan proses fisika dengan memanfaatkan gelombang suara, radiasi sinar-X dan eksfoliasi. Salah satu metode pengolahan karbon menjadi GO yaitu *Liquid-phase Exfoliation* (LE) yang menghasilkan sintesis GO dalam bentuk larutan (Rahmawati, 2017).

Pada penelitian ini, peneliti menggunakan metode *Collision marbless* yang memanfaatkan teori tumbukan dari *marbles* sebagai eksfoliator dengan bantuan surfaktan. (Suparno, 2012) Penggunaan surfaktan pada metode ini berfungsi untuk membantu melemahkan ikatan *Van Der Waals* antar lembaran-lembaran GO pada *graphite*. Metode *Collision marbless* merupakan metode sederhana yang memanfaatkan *marbles* sebagai eksfoliator pemecah ikatan *Van Der waals*.

Sehingga, tidak diperlukan banyaknya penggunaan bahan kimia untuk mengeksfoliasi lembaran GO seperti metode lainnya. Dengan memvariasikan jumlah *marbles* yang digunakan, diharapkan mendapati hasil sintesis GO yang lebih efektif. Karena penggunaan *marbles* merupakan poin utama pada metode ini, sehingga jumlah *marbles* yang digunakan pada *sample* yang sama tentu akan mempengaruhi karakteristik dari sintesis GO yang dihasilkan.

Graphene oxide yang digunakan adalah memanfaatkan limbah batang karbon baterai Zn-C sebagai bahan uji. Baterai mengandung berbagai macam logam berat seperti merkuri, mangan, timbal, nikel, lithium, dan kadmium. Jika baterai ini dibuang sembarangan maka kandungan logam berat di dalamnya akan mencemari air tanah penduduk dan membahayakan kesehatan (Bararah, 2011).

1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah :

1. Menguji kemampuan metode *Collision marbles* dengan variasi jumlah *marbles* dalam mensintesis *GO*.
2. Mengetahui efektifitas sintesis *GO* dalam meningkatkan *Rheology* dan *Filtration loss* lumpur pemboran.

1.3 Manfaat Penelitian

Beberapa manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini adalah:

1. Menghasilkan lumpur pemboran dengan performa yang baik menggunakan *additive* teknologi baru.
2. Memanfaatkan limbah baterai Zn-C menjadi bahan yang memiliki nilai teknologi berkualitas.
3. Meminimalisir dampak buruk dari limbah baterai yang berbahaya terhadap lingkungan.

1.4 Batasan Masalah

Agar penulisan penelitian tugas akhir ini lebih terarah, maka dalam pembahasan difokuskan kepada pembuatan *Graphene oxide* sebagai *additive* baru dengan variasi metode *collision marbles*. Serta penambahan GO kedalam lumpur dengan komposisi: LS + GO untuk meningkatkan *rheology* lumpur pemboran dan mengurangi *filtration loss*.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Fluida Pemboran

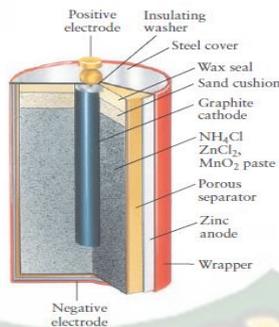
Lumpur pemboran adalah suatu cairan yang terdiri dari campuran berbagai material, yaitu: komponen cair, komponen padat, dan komponen pengontrol (aditif). Komponen *additive* merupakan komponen yang digunakan untuk mengontrol sifat-sifat lumpur pemboran seperti viskositas, densitas, *filtration loss* dan lain-lain (Lummus, 1986).

Rheology lumpur pemboran dipengaruhi oleh temperatur. Dimana dengan naiknya temperatur akan mengakibatkan viskositas mengalami penurunan. Lumpur standar (Air + Bentonite) hanya stabil hingga temperatur 150°C. Agar lumpur standar dapat digunakan untuk temperatur di atasnya perlu ditambahkan *additive* tertentu yang stabil terhadap pengaruh temperatur tinggi (Suhascaryo, Rubiandini, & Handayani, 2001).

2.2 Graphene oxide dan Batang Karbon Baterai Zn-C

GO sebagai lapisan tunggal dari *graphite* yang menjadikan para peneliti tertarik dengan sifat fisik dari material unik ini. GO menjadi pilihan yang bagus sebagai filter penyumbat pori pada fluida pemboran. Ini bisa menguntungkan untuk membuat lapisan *mud cake impermeable* yang tipis untuk mencegah *fluid loss* dalam sumur (Kosynkin, et al., 2011). Kegunaan lainnya dari GO sendiri, mampu dimanfaatkan sebagai pelumas untuk mendinginkan *bit drilling* yang panas akibat terjadinya gesekan saat proses *drilling* (Taha & Lee, 2015).

Batang karbon pada baterai Zn-C berbentuk silinder yang dimasukkan pada campuran bobbin dan berfungsi sebagai kolektor arus. Batang karbon dibuat dengan memadatkan karbon, *graphite* dan bahan pengikat. Kemudian dibentuk dengan ekstrusi (pembuatan bahan dengan penampang tetap) dan pemanasan (Linden & Redy, 2002).



Gambar 2. 1 Struktur Baterai Zn-C (www.batterycells.com)

Penggunaan molekul organik surfaktan, dapat meningkatkan eksfoliasi *graphite* menjadi GO, terutama ketika sebuah molekul memilih energi adsorpsi yang tinggi pada bidang basal GO. Penggunaan surfaktan dapat juga menstabilkan GO tereksfoliasi didalam air dan pelarut organik (Ciesielski & Samori, 2013).

Berdasarkan buku “Dinamika Partikel Koloid” (Suparno, 2012) surfaktan dibedakan berdasarkan sifatnya menjadi empat kelompok, yaitu :

1. Surfaktan anionik ialah surfaktan yang hidrofiliknya bermuatan negatif.
2. Surfaktan kationik merupakan surfaktan yang hidrofiliknya bermuatan positif.
3. Surfaktan nonionik merupakan surfaktan yang hidrofiliknya tidak bermuatan
4. Surfaktan amfoterik merupakan surfaktan yang pada rantai utamanya memiliki muatan positif dan negatif.

Pada proses sintesis GO, peneliti menggunakan surfaktan yang bersifat anionik. Cara kerja surfaktan pada saat sintesis GO sama halnya seperti proses pencucian pakaian. (Suparno, 2012) *tail* pada molekul-molekul surfaktan masuk kedalam lembaran-lembaran GO sehingga akan memecah ikatan *van der waals* antar lembar GO.

2.3 *State Of The Art*

“Dan perumpamaan-perumpamaan ini Kami buat untuk manusia. Dan tidak ada yang bisa memahaminya kecuali mereka yang berilmu.”[Q.S Al-Ankabut: 43]

Terdapat beberapa metode untuk mensintesis GO dari penelitian terdahulu, yaitu: Metode *Brodie* (1859), Metode *Staudemaier*, Metode *Hummers* (1958). Metode *Brodie* yaitu dengan mencampurkan satu masa yang sama dari *graphite*

kedalam tiga massa berat dari KClO_3 dan direaksikan dalam uap HNO_3 dengan temperatur 60°C selama empat hari. Sementara metode *staudemaier* merupakan improvisasi dari metode *brodie*. *Staudemaier* menggantikan penguapan HNO_3 dengan konsentrasi H_2SO_4 dan menambahkan KClO_3 dalam jumlah yang lebih banyak, namun untuk mendapatkan hasil GO tetap memakan waktu empat hari seperti metode *brodie*. Pada tahun 1958, metode untuk sintesis GO dikembangkan oleh Offeman dan Hummer yang disebut dengan metode *Hummers*. Terdapat tiga keuntungan yang ditawarkan hummer dari metode sebelumnya yaitu, menggantikan KClO_3 dengan KMnO_3 karena dinilai lebih aman untuk digunakan, metode hummer juga menyatakan bahwa dengan metode ini bisa memangkas waktu hanya dengan beberapa jam. Lalu, menggunakan NaNO_3 sebagai ganti dari penguapan menggunakan HNO_3 untuk mengeluarkan formulasi dari *acid fog* (Chen, Yao, Li, & Shi, 2013).

Selanjutnya muncul metode secara kimia yang baru dengan memanfaatkan penguapan, yaitu *Chemical Vapour Deposition (CVD)* ditahun 2000. Metode CVD dikembangkan untuk menghasilkan sintesis *Graphene oxide* dalam jumlah yang banyak. Metode CVD memiliki keunggulan utama yaitu menghasilkan film-film tipis yang memiliki ketebalan dinding samping fitur sebanding dengan ketebalan dibagian atas. CVD juga dapat menghasilkan GO dengan tingkat kemurnian sangat tinggi. Tetapi kelemahan metode ini terletak pada sifat-sifat prekursor yang bersifat beracun, eksplosif dan korosif (Dinata, Rosyadi, Hamid, & Zainul, 2014). Proses CVD juga membutuhkan biaya yang relatif mahal karena menggunakan substrat SiO_2 (Ilhami & Susanti, 2014).

Pada penelitian sebelumnya yang terbaru dilakukan oleh Rahmawati (2017) berbeda dari tiga metode diatas. Penelitian ini menggunakan metode eksfoliasi sederhana untuk melakukan sintesis GO. Dengan menggunakan bahan dasar *graphite* dari limbah baterai Zinc-C dan memanfaatkan kombinasi metode *Liquid phase Exfoliation* dengan radiasi sinar X. Keunggulan metode ini dari metode *hummers* yaitu lebih sedikit menggunakan bahan kimia, namun menggunakan radiasi sinar X. Untuk membantu mengelupaskan lapisan *graphite* sehingga menghasilkan GO. Pada proses ini juga dibantu oleh surfaktan yang berguna

untuk melemahkan ikatan *van der waals*. Hanya saja pada penelitian ini tidak mengacu kepada pemanfaatan terhadap lumpur pemboran.

Nanopartikel *GO* konvensional yang berasal dari Nanographene Inc. memiliki bentuk seperti bubuk dengan penampilan warna abu kegelapan yang memiliki densitas 0.13 g/cm³. Nanopartikel *GO* memiliki bentuk lapisan dengan ukuran rata-rata dari 1.3 μm hingga 2.3 μm dan ketebalan < 3 nm (kemurnian \geq 99.8%). Morfologi sifat fisik dapat dilihat menggunakan SEM, dengan air deionisasi memiliki pH rata-rata 6.9 – 7.2. Konduktivitas 550 $\Omega^{-1}\text{cm}^{-1}$ dengan temperatur konstan 77°F diperoleh melalui sistem pemurnian air millipori dan digunakan untuk mempersiapkan semua bahan dasar fluida (Aramendiz & Imqam, 2019).

Dalam penelitian yang dilaksanakan oleh (Rafitasari, Suhendar, Imani, Luciana, Radean, & Santoso, 2016) mendapatkan hasil karakterisasi Uv-Vis pada *GO* yang menunjukkan dua puncak serapan pada panjang gelombang 230 nm dan 300 nm pada orbital tertentu. Pada daerah panjang gelombang tinggi (atau energi rendah) nilai absorbansi *GO* menuju nol. Hal ini menunjukkan nilai sifat semikonduktif dari *GO*. Sementara, dari hasil uji spektrofotometri FTIR terlihat bahwa puncak lebar pada panjang gelombang 3000 - 3700 nm dan puncak tajam pada 1635 nm yang dimiliki pada *GO*. Hasil karakterisasi ini didapat dari sintesis *GO* menggunakan metode *hummers*.

Penelitian sintesis *GO* juga dilaksanakan oleh (Wishnuwijaya, 2017) dengan menggunakan metode *Liquid-phase Exfoliation* dan RCMS berbahan dasar *graphite* dari batang karbon baterai Zn-C. Metode *Liquid-phase Exfoliation* menghasilkan *GO* dengan karakterisasi puncak absorbansi sebesar 3,742 pada panjang gelombang 227,5 nm yang di uji menggunakan spektrofotometr Uv-Vis. Pada metode *Liquid-phase Exfoliation* juga dilakukan pengujian menggunakan SEM-EDX agar mengetahui jumlah unsur pada *sample*, hingga terbaca jumlah persentase massa C sebanyak 83,5% setelah dilakukannya sonikasi. Dan pada penggunaan metode RCMS dihasilkan karakterisasi puncak absorbansi *GO* sebesar 4,198 dengan panjang gelombang 230,5 nm. Namun, dalam penelitian yang telah dilakukan sebelumnya tidak dihubungkan kedalam lumpur pemboran.

Proses sintesis GO yang akan dilaksanakan menggunakan metode yang berbeda dari metode-metode sebelumnya. Pada penelitian ini, menggunakan metode *Collision marbless* yang memanfaatkan *marbles* dan teknologi surfaktan. Dari metode sebelumnya diharapkan dapat menghasilkan GO yang efektif terhadap *filtration loss control* dan *rheology* pada fluida pemboran. Dengan ukuran nanopartikel dari GO, diharapkan menghasilkan *mud cake* yang lebih *compact* sehingga mampu menahan formasi dan mengurangi *filtration loss*.



Dokumen ini adalah Arsip Miik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metodologi Penelitian

Dalam penelitian Tugas Akhir ini, penulis melakukan penelitian dengan metode *experiment*. Adapun metode yang digunakan dalam pembuatan sintesis GO adalah metode *Collision marbless*. Dan metode untuk pengujian hasil *sample* GO menggunakan Metode *Scanning Electron Microscope* dan EDX, FTIR dan Spektrofotometer Uv-Vis guna menguji efektifitas dari hasil sintesis GO. Sedangkan, teknik pengumpulan data yang termasuk data primer pada penelitian ini didapat dari hasil penelitian laboratorium, buku referensi, jurnal, dan makalah yang sesuai dengan topik penelitian. Setelah didapatkan hasil, maka dilakukan evaluasi data untuk dilakukannya analisa yang mengarah kepada kesimpulan dan tujuan dari penelitian.

3.2 Diagram Alir



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

3.3 Alat Dan Bahan

3.3.1 Alat

Alat yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Timbangan Digital

Berfungsi untuk menimbang material bahan penelitian.



Gambar 3. 2 Timbangan Digital

2. *Shaker Cup* 750 ml

Berfungsi sebagai alat utama metode *collision marbless* sebagai media *shaker*.



Gambar 3. 3 *Shaker Cup*

3. Gelas Ukur 250 ml

Berfungsi untuk menampung larutan hasil sintesis *GO*.



Gambar 3. 4 Gelas Ukur

4. Blender

Berfungsi untuk menghaluskan batang carbon baterai Zn-C.



Gambar 3. 5 Blender

5. *Marbles*

Sebagai media eksfoliator



Gambar 3. 6 *Marbles*

6. *Mud mixer*

Berfungsi sebagai alat *mixing* bahan untuk membuat lumpur



Gambar 3. 7 *Mud Mixer*

7. Oven

Berfungsi untuk mengeringkan *sample GO*



Gambar 3. 8 Oven

8. *Filter Paper*

Berfungsi sebagai filter pemisah antara endapan GO dan larutan.



Gambar 3. 9 Filter Paper

9. *Stopwatch*

Berfungsi untuk menghitung waktu selama proses pengujian penelitian.

10. *Sieve*

Berfungsi untuk menyaring sampel agar mendapati ukuran yang seragam.



Gambar 3. 10 Sieve 300 Mesh

11. Spektrofotometer Uv-Vis

Berfungsi untuk menguji nilai absorbansi *sample GO*.



Gambar 3. 11 Spektrofotometer Uv-Vis

12. *Fann VG Meter*

Berfungsi untuk menguji *rheology* dari lumpur pemboran.



Gambar 3. 12 *Fann VG Meter*

13. *Marsh Funnel*

Berfungsi sebagai alat pengujian viskositas dari lumpur pemboran.



Gambar 3. 13 *Marsh Funnel*

14. *LPLT Filter Press*

Alat yang digunakan untuk menguji ketebalan *mud cake* dan *filtration loss*.



Gambar 3. 14 *LPLT Filter Press*

15. *Mud Balance*

Alat yang digunakan untuk mengukur densitas dari lumpur pemboran.



Gambar 3. 15 *Mud balance*

16. Jangka Sorong

Berfungsi untuk mengukur ketebalan *mud cake* yang terbentuk.



Gambar 3. 16 Jangka Sorong

3.3.2 Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah:

1. Batang Karbon Baterai Zn-C



Gambar 3. 17 Batang Karbon Baterai Zn-C

2. Surfaktan
3. Aquadest
4. Bentonite
5. Hasil sintesis GO

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Sintesis GO dari Batang Karbon Menggunakan Metode *Collision marbless* (Wishnuwijaya, 2017)

1. Mengambil *sample* batang karbon, hancurkan menggunakan blender hingga menjadi serbuk karbon.

2. Sieve 300 ASTM serbuk batang karbon yang telah dihaluskan
3. Menimbang massa serbuk karbon dan surfaktan masing-masing sebanyak 0.6 gr.
4. Memasukkan 0.6 gr serbuk karbon dan surfaktan kedalam *shaker cup* 750 ml.
5. Masukkan aquades 100 ml dan *marbles* kedalam *shaker cup* yang telah terisi serbuk karbon sebelumnya.
6. Menutup rapat *shaker cup* dan melakukan *shaking* secara *random* selama 60 detik.
7. Diamkan hasil *shaking* selama 12 jam hingga terpisah larutan dan endapan.
8. Setelah diendapkan, larutan dipisahkan dari endapan menggunakan kertas filter.
9. Endapan serbuk karbon dibersihkan menggunakan aquadest dan di uji menggunakan Spektrofotometer UV-Vis.
10. Endapan yang telah dipisahkan, dimasukkan kedalam oven ± 30 menit hingga menjadi serbuk kering.
11. Hasil serbuk diuji karakterisasi menggunakan SEM-EDX dan Spektrofotometer Uv-Vis.
12. Ulangi prosedur untuk variasi *sample* dengan jumlah *marbles* lainnya yaitu; 3 buah, 5 buah, dan 7 buah.

3.4.2 Pengujian *sample Graphene oxide*

1. Pengujian SEM EDX

Pengujian SEM EDX *sample* GO dilakukan di FMIPA ITB Bandung. Dengan mengirimkan *sample* kering untuk dilihat karakterisasi dari sintesis GO.

2. Pengujian Spektrofotometer Uv-Vis

Pengujian spektrofotometer Uv-Vis dilakukan untuk melihat panjang gelombang serta puncak absorbansi dari *sample* sintesis GO. Pengujian ini dapat dilakukan di FMIPA Kimia Universitas Riau.

3. Pengujian Spektrofotometer FTIR *Graphene oxide*

Pengujian Spektrofotometer FTIR dilakukan di FMIPA Kimia Universitas Negeri Padang.

3.4.3 Prosedur Pembuatan Lumpur Pemboran

Untuk pembuatan *sample* lumpur pemboran dibedakan menjadi lima jenis *sample*.

Sample satu : lumpur standar

Sample dua : lumpur standar dengan penambahan material GO
sample satu *marbles*.

Sample tiga : lumpur standar dengan campuran material GO
sample tiga *marbles*.

Sample empat : lumpur standar dengan penambahan material GO
sample lima *marbles*.

Sample lima : lumpur standar dengan penambahan material GO
sample tujuh *marbles*.

A. Lumpur Standar

Berdasarkan API Spec 13A, (2015)

1. Menyiapkan *Mud Mixer* dan *Mixer Cup*
2. Menimbang bentonite sebanyak 22.5 gr dan air sebanyak 350 ml.
3. *Mix* bentonite dan air selama 20 menit.
4. Diamkan lumpur selama 16 jam dalam keadaan wadah tertutup.
5. Setelah 16 jam, aduk lumpur dan masukkan kedalam *Mixer cup*. Lalu, *mix* selama 5 menit.

B. Lumpur Standar + GO

Untuk setiap *sample* menggunakan GO dengan massa 0.4% wt.

$$\begin{aligned}
 0.4\% \text{ Wt} &= \text{massa air} + \text{massa bentonite} \\
 &= 350 \text{ gr} + 22.5 \text{ gr} \\
 &= 372.5 \text{ gr} \times 0.4\% \\
 &= 1.49 \text{ gr}
 \end{aligned}$$

1. Menyiapkan *Mud Mixer* dan *Mixer Cup*

2. Menimbang bentonite sebanyak 22.5 gr dan air sebanyak 350 ml.
3. *Mix* bentonite dan air selama 20 menit. Lalu, masukkan *GO* 0.4%wt dan *mix* selama 10 menit.
4. Diamkan lumpur selama 16 jam dalam keadaan wadah tertutup.
5. Setelah 16 jam, aduk lumpur dan masukkan kedalam *Mixer cup*. Lalu, *mix* selama 5 menit.
6. Ulangi untuk setiap *sample* lainnya.

3.4.4 Penggunaan *Marsh Funnel*

Siapkan *sample* lumpur yang telah dibuat sebelumnya untuk dilakukan pengujian waktu laju alir *sample* menggunakan *marsh funnel*.

1. Menutup bagian bawah *marsh funnel* dengan jari tangan. Menuangkan *sample* lumpur melalui saringan sampai menyinggung bagian bawah saringan (1.5 liter).
2. Setelah menyediakan bejana yang telah ditentukan isinya (1 quart = 946 ml) pengukuran dimulai dengan membuka jari tadi sehingga lumpur mengalir dan ditampung dalam bejana tersebut.
3. Mencatat waktu yang diperlukan (detik) lumpur untuk mengisi bejana yang tertentu isinya tadi.
4. Ulangi untuk *sample* lainnya.

3.4.5 Pengukuran Densitas menggunakan *Mud Balance*

Prosedur untuk mengukur nilai densitas dari *sample* lumpur pemboran:

1. Mengkalibrasi peralatan *Mud Balance* .
2. Mengisi *cup mud balance* dengan *sample* lumpur.
3. Menutup *cup* dan lumpur yang melekat pada dinding bagian luar *cup* dibersihkan.
4. Meletakkan *balance arm* pada kedudukan semula, lalu mengatur *rider* hingga seimbang. Membaca densitas yang ditunjukkan oleh skala.

5. Ulangi untuk setiap *sample*.

3.4.6 Pengukuran *Gel strength* dengan *Fann VG Meter*

1. Aduk lumpur dengan *Fann VG Meter* pada kecepatan 600 RPM selama 10 detik.
2. Mematikan *Fann VG Meter*, kemudian diamkan lumpur selama 10 detik.
3. Setelah 10 detik menggerakkan rotor pada kecepatan 3 RPM. Baca simpangan maksimum pada skala penunjuk.
4. Mengaduk kembali lumpur dengan *Fann VG meter* pada kecepatan 600 RPM selama 10 detik.
5. Mengulangi langkah kerja diatas untuk *gel strength* 10 menit.

Perhitungan :

$$\mu_p = C_{600} - C_{300}$$

$$Y_p = C_{300} - \mu_p$$

$$b = \frac{Y_p}{\mu_p}$$

$$\text{Gel strength} = \frac{\text{Simpangan maksimum 10 detik}}{\text{Simpangan maksimum 10 menit}}$$

3.4.7 Pengukuran *Mud cake* dan Volume Filtrasi Menggunakan *LPLT Filter Press*

Pengukuran *mud cake* dan volume filtrasi pada dua jenis *sample* berbeda yang telah disediakan.

1. Mempersiapkan alat *filter press* dan segera pasang *filter paper* serapat mungkin.
2. Letakkan gelas ukur dibawah silinder untuk menampung fluida filtrat
3. Menuangkan campuran lumpur kedalam silinder sampai batas 1 inch dibawah permukaan silinder, ukur dengan jangka sorong dan segera tutup rapat.
4. Kemudian alirkan udara dengan tekanan 100 psi.

5. Mencatat volume filtrasi sebagai fungsi dari waktu dengan *stopwatch*. Dengan catatan waktu akhir saat filtrat tidak menetes lagi kedalam gelas ukur.
6. Menghentikan penekanan udara, buang tekanan udara dengan silinder (*bleed off*) dan sisa lumpur dalam silinder dituangkan kembali kedalam *mixer cup*.
7. Menentukan tebal *mud cake* yang terbentuk dengan jangka sorong.

3.5 Lokasi Penelitian

Penelitian Tugas Akhir ini dilakukan di Laboratorium Bidang Pemboran Teknik Perminyakan Fakultas Teknik Universitas Islam Riau, yaitu di Laboratorium Analisa Lumpur Pemboran. Untuk pengujian SEM – EDX *sample GO* dilakukan di Laboratorium FMIPA ITB Bandung. Dan pengujian Spektrofotometer Uv-Vis dilakukan di laboratorium FMIPA Kimia UR sementara Spektrofotometer FTIR di laboratorium FMIPA Kimia UNP.

3.6 Jadwal Kegiatan Penelitian

Tabel 3.1. Jadwal Kegiatan

Kegiatan	Waktu Pelaksanaan (Bulan)					
	Nov	Des	Jan	Sept	Okt	Des
Studi Literatur						
Seminar Proposal						
Sintesis <i>Graphene oxide</i>						
Pengujian <i>Graphene oxide</i> dan Analisa						
Pembuatan Lumpur Pemboran						
Pengujian terhadap lumpur						
Pembuatan Skripsi						
Sidang Tugas Akhir						

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini akan menjelaskan hasil karakterisasi sintesis *graphene oxide* carbon baterai Zn-C dan pembahasannya berdasarkan variasi jumlah *marble* dalam proses sintesis. Pada penelitian ini variasi jumlah *marble* yang digunakan ialah 1 *marbles*, 3 *marbles*, 5 *marbles* dan 7 *marbles*. Metode *collision marble* ini merupakan metode sintesis secara fisika, dimana memanfaatkan tumbukan yang terjadi dan bantuan surfaktan untuk membantu proses eksfoliasi *graphite* menjadi *graphene oxide*. Produk hasil sintesis GO diteliti untuk mengkaji apakah metode *collision marble* dalam menghasilkan produk GO mempengaruhi *rheology* dan *filtration loss* lumpur pemboran.

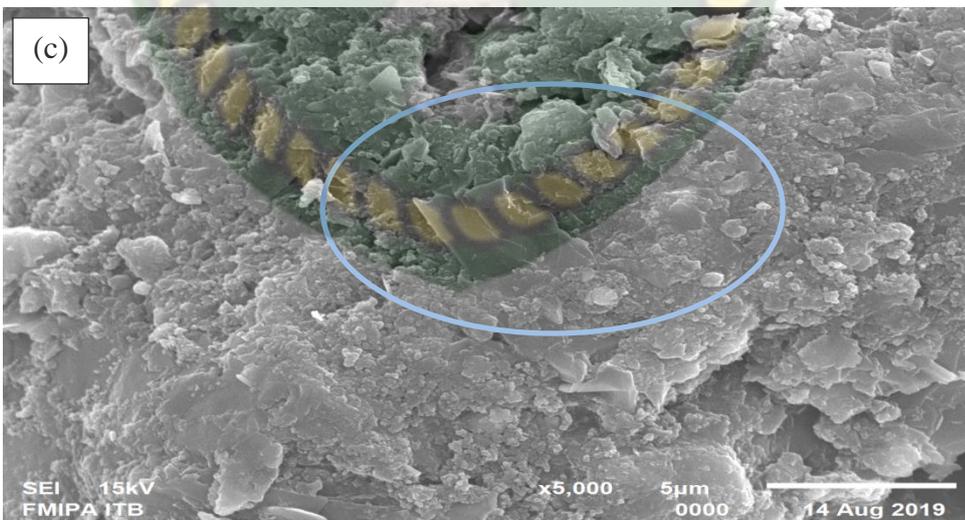
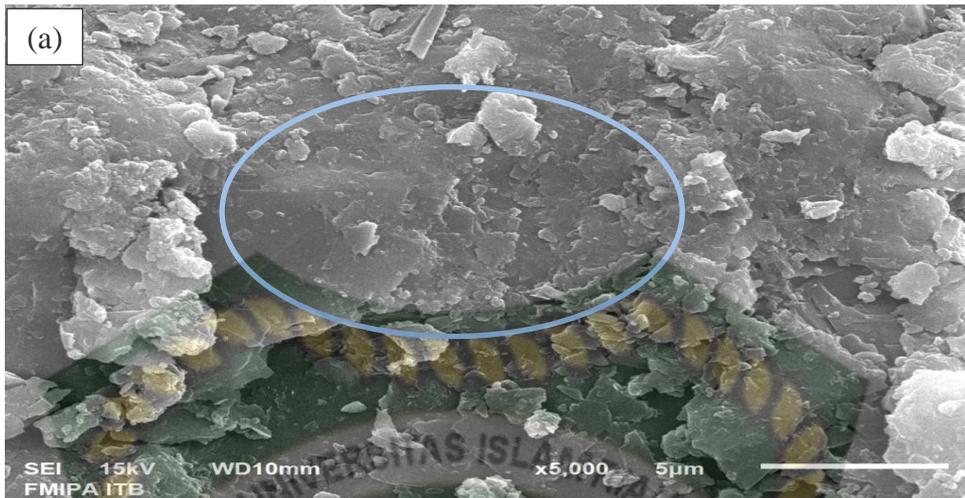
4.1 Karakterisasi *Graphene oxide* Carbon Baterai Zn-C

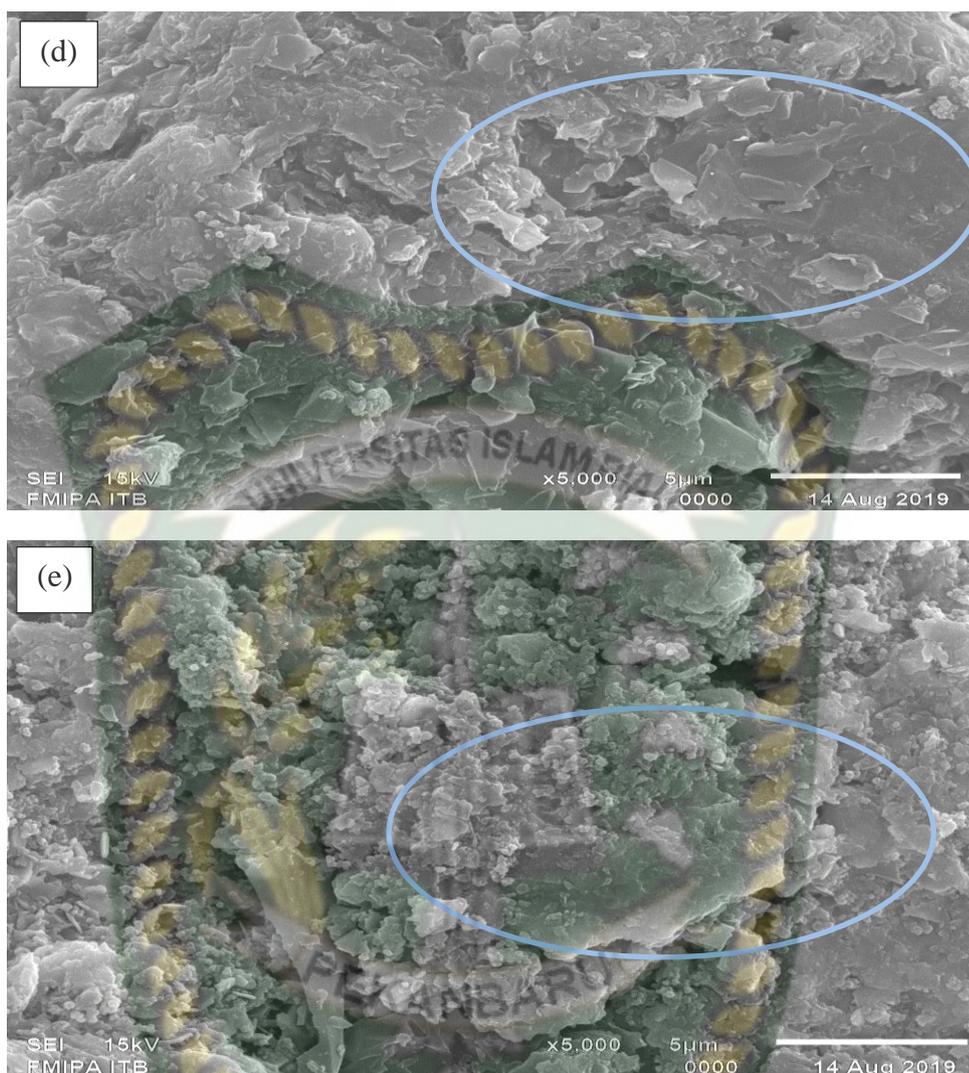
Setelah dilakukan sintesis GO carbon baterai Zn-C, telah dilakukan beberapa pengujian untuk analisis karakteristik dari GO carbon baterai Zn-C tersebut.

4.1.1 Pengujian Scanning Electron Microscopy dan EDX

Scanning Electron Microscopy atau yang biasa disebut dengan SEM merupakan alat yang menyerupai mikroskop elektron untuk melihat dan menyelidiki permukaan objek secara langsung. Pengujian SEM dan EDX dapat menghasilkan informasi topografi (permukaan fitur objek), komposisi dan massa (unsur dan senyawa pada objek) (Natalia, Setyowati, & Suryo, 2016).

Pengujian SEM telah dilakukan terhadap *sample* dasar (*graphite* baterai carbon Zn-C) dan terhadap *sample* GO dengan variasi metode sintesis *collision marbles* yaitu 1 *marble*, 3 *marble*, 5 *marble* dan 7 *marbles*. Hasil SEM kelima *sample* ini ditunjukkan dalam gambar 4.1.



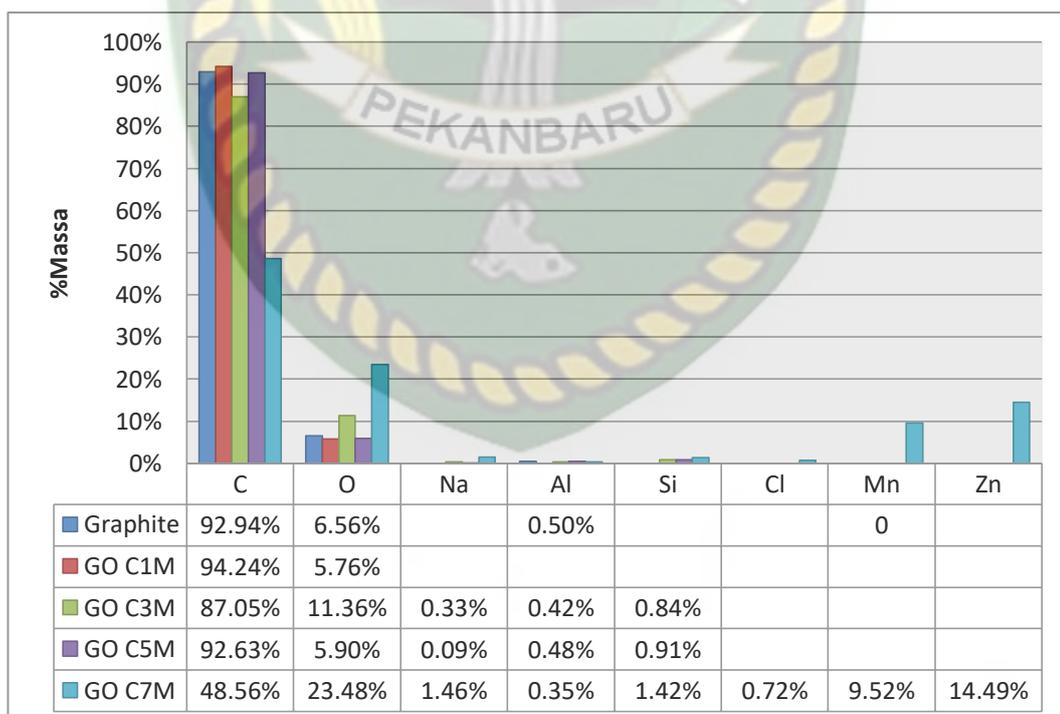


Gambar 4. 1 Hasil pengujian SEM GO metode variasi *collision marbles* (a) *sample* dasar *graphite* (b) *sample* GO 1M, (c) *sample* GO 3M, (d) *sample* GO 5M dan (e) *sample* GO 7M

Pengujian SEM terhadap *sample* dasar (*graphite* carbon baterai Zn-C) sangat penting dilakukan untuk mengetahui karakteristik dari bahan dasar pembuatan GO. Hasil pengujian SEM terhadap *graphite* menjelaskan bahwa topografi *graphite* carbon baterai Zn-C memiliki banyak layer. Seperti ditunjukkan dengan gambar 4.1a yang dilingkar dengan warna biru. Selain itu terlihat adanya tumpukan layer-layer. Hal ini menunjukkan bahwa *sample* dasar sesuai dengan karakteristik topografi *graphite* yaitu banyak layer. Sementara itu hasil SEM GO Carbon baterai Zn-C memiliki sifat yang berbeda dengan topografi *graphite*.

Pada gambar 4.1. b memperlihatkan SEM GO dengan proses *collision* 1 *marble*. Gambar 4.1.b menunjukkan bahwa bentuk lapisan melebar dan tampak tipis. Kotak berwarna biru menampilkan tidak adanya tumpukan lapisan yang tersusun secara rapat sehingga dapat dikatakan bahwa hasil GO *collision* 1 *marble* memiliki karakteristik yang sesuai dengan topografi *graphene oxide*. Pada gambar 4.1c hasil SEM memperlihatkan bahwa proses *collision* 3 *marble* terdapat tumpukan lapisan. Pada *sample* GO *collision* 5 *marble* seperti ditunjukkan gambar 4.1d membentuk lapisan yang tipis. Gambar 4.1e menunjukkan topografi SEM GO *collision* 7 *marble*. Hasilnya menunjukkan bahwa terdapat tumpukan lapisan.

Untuk melihat unsur-unsur yang terbentuk dari hasil proses sintesis *graphene oxide* menggunakan metode variasi *collision marbles* dianalisis melalui data *Energy Dispersive X-ray Spectroscopy* (EDX). Hasil yang diperoleh merupakan hasil dari pancaran sinar-X yang dideteksi oleh EDX dan menghasilkan grafik yang mewakili kandungan unsur (Natalia, Setyowati, & Suryo, 2016).

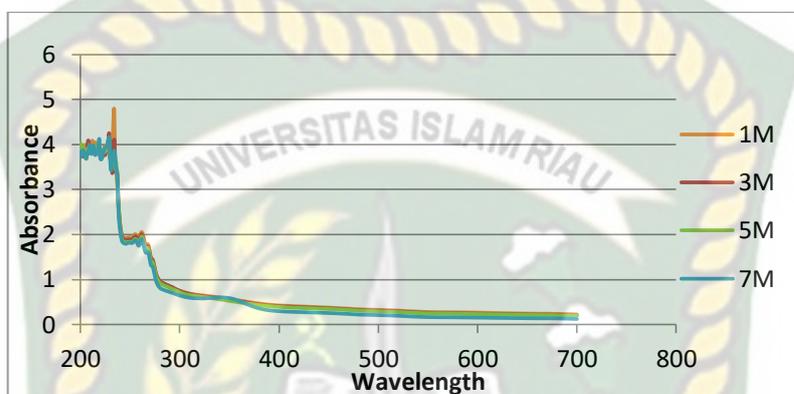


Gambar 4. 2 Komposisi unsur *sample* graphite dan *Graphene Oxide*

Hasil uji EDX *sample graphite* dan GO dapat dijelaskan melalui gambar 4.2, bahwa setiap *sample* memiliki kandungannya sendiri. Hasil EDX tiap *sample* menunjukkan perubahan komposisi unsur. Berdasarkan gambar 4.2, kandungan yang terdapat dalam *sample graphite* batang carbon baterai Zn-C memiliki kandungan C, O, dan Al dengan persentase unsur C sebesar 92.94%. Unsur O sebesar 6.56% dan terdapat unsur Al sebesar 0.5%. *Sample GO collision 1 marble* memiliki unsur C sebesar 94.24% dan unsur O sebesar 5.76%. Unsur C pada *sample GO collision 1 marble* meningkat 1.3% dibandingkan dengan *sample* dasar *graphite*. Selain itu, *sample GO collision 1 marble* tidak terdapat unsur lain yang mengikutinya. Dan *sample collision 3 marble* memiliki kandungan unsur C 87.05% dan 11.36% O dengan tambahan kandungan unsur Na, Al dan Si sebanyak kurang dari 1%. Berbeda dengan *sample collision 7 marble*, proses *shaking* menghasilkan unsur lainnya. Dari unsur C, O, dan Al *sample* bahan dasar *graphite*, proses *shaking* sintesis *GO collision 7 marble* menimbulkan unsur baru lainnya seperti kandungan 1.46% Na, Cl 0.72%, 0.35% Al, Si 1.42%, Mn 9.52%, dan Zn 14.49% dengan unsur utama GO sebanyak 48.56% C dan O 23.48%. Dengan hasil yang ditampilkan, terlihat jelas bahwa metode variasi *collision marbles* memiliki pengaruh yang cukup besar. Sebagai media eksfoliator, *marble* memiliki peran yang sangat penting dalam menghasilkan sintesis *graphene oxide*. Dengan menggunakan 7 *marble*, bukan berarti mampu melepaskan seluruh ikatan setiap unsur. Namun semakin banyak *marble* yang digunakan, juga menimbulkan banyak unsur lainnya tetapi tidak mengubah kuantitas dari unsur utama C dan O sebagai unsur dengan persentase massa terbesar. Tetapi berdasarkan hasil uji EDX, hasil terbaik yang merujuk pada kandungan sintesis GO adalah penggunaan 1 *marble* pada *sample GO collision 1 marble* dengan menghasilkan kandungan C dan O. sementara *sample GO collision 3 marble*, *GO collision 5 marble* dan *GO collision 7 marble* mengalami penurunan unsur C dari *sample* dasar *graphite* dan menghasilkan unsur lainnya.

4.1.2 Pengujian Spektrofotometer Uv-Vis

Graphene oxide juga memiliki karakteristik tersendiri terhadap puncak absorbansi pada rentang panjang gelombang. Menurut jurnal yang ditulis Uran, dkk (2017) puncak absorbansi *graphene oxide* berada pada panjang gelombang 223 nm dan 273 nm sesuai dengan rentang panjang gelombang *graphene oxide*.



Gambar 4. 3 Grafik spektrum UV-Vis *sample* sintesis *Graphene oxide* dengan Variasi Metode *Collision marbles*

Memperhatikan grafik pada gambar 4.3 dapat dilihat setiap *sample* tidak memiliki perbedaan yang cukup besar. Namun pada *sample* 1M memiliki puncak yang cukup tinggi dibandingkan 3 *sample* lainnya. Hasil Uji spektrofotometer Uv-Vis menunjukkan sintesis GO *collision 1 marble* berada pada panjang gelombang 233.9 nm. Sementara pada *sample* sintesis GO *collision 3 marble, 5 marble* dan *7 marble* berada pada panjang gelombang yang sama yaitu 228.99 nm namun nilai dari puncak absorbansi ketiga *sample* mengalami sedikit perbedaan. Hasil pembacaan puncak absorbansi spektrofotometer Uv-Vis tiap *sample* dapat dilihat pada tabel lampiran 1 untuk menentukan panjang gelombang *sample*.

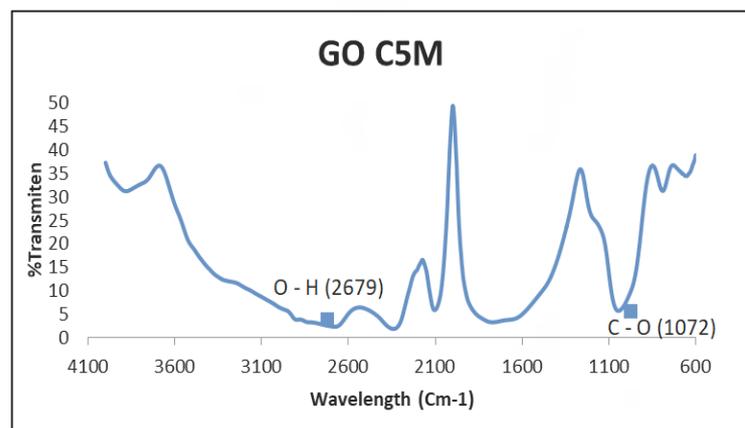
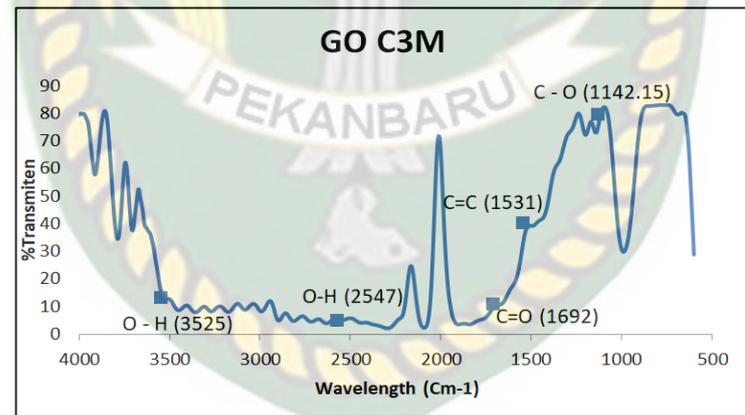
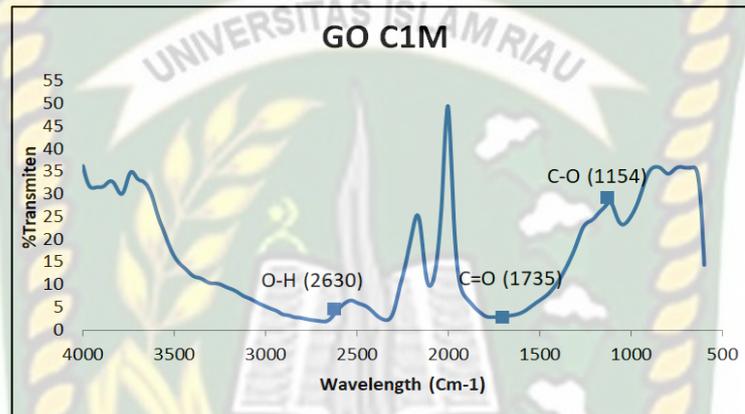
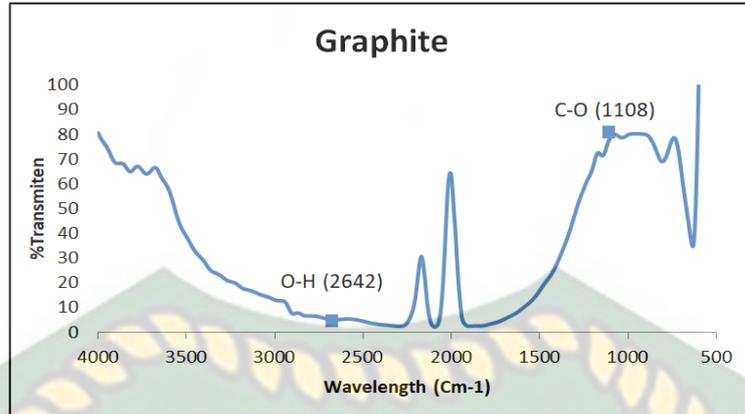
Maka dari lampiran 1, *sample* GO *collision 1 marble, sample* GO *collision 3 marble, 5 marble* dan *7 marble* mengarah kepada karakteristik dari sintesis GO berdasarkan uji spektrofotometer Uv-Vis karena berada pada rentang panjang gelombang 223 nm – 273 nm (Uran, Alhani, & Silva, 2017).

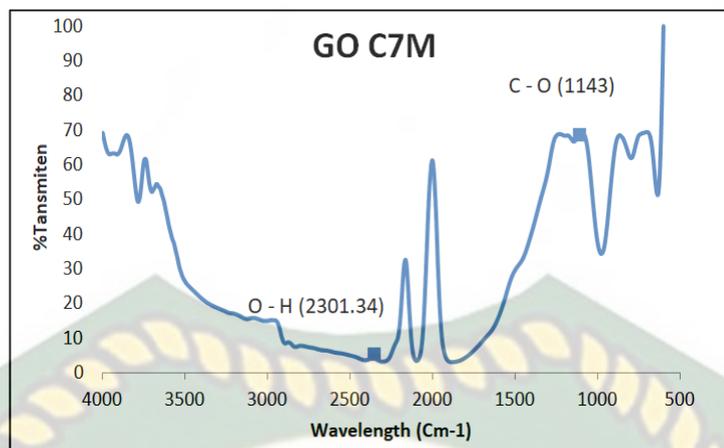
4.1.3 Pengujian Spektrofotometer FTIR (*Fourier Transform Infra Red*)

Fourier Transform Infra Red spektrum merupakan serangkaian alat pengujian yang digunakan pada sintesis GO dalam penelitian ini. FTIR telah dikembangkan sebagai alat untuk menentukan komponen organik, termasuk ikatan kimia dan kandungan organik seperti protein, karbohidrat dan lipid. Dalam pembacaan FTIR memiliki empat daerah bagian, daerah *single bond* dalam rentang 2500-4000 cm^{-1} *triple bond* pada daerah 2000-2500 cm^{-1} , dan *double bond* pada rentang 1500 – 2000 cm^{-1} . Dan daerah 500-1500 cm^{-1} merupakan daerah *fingerprint* (Nandiyanto, Oktiani, & Ragadhita, 2019).

Mengutip dari buku (Analisa Struktur Senyawa Organik Secara Spektroskopi, 2004), jika frekuensi radiasi inframerah dilewatkan pada senyawa organik maka akan terjadi serapan frekuensi. Banyaknya frekuensi yang melewati serapan (yang tidak diserap) akan diukur sebagai persen transmittan. Dimana persen transmittan 100 berarti tidak adanya frekuensi IR yang diserap oleh senyawa. Namun pada kenyataannya ini jarang terjadi, setidaknya dari frekuensi ini yang diserap dan memberikan transmittan 95%. Transmittan 5% berarti hampir seluruh frekuensi yang dilewatkan diserap oleh senyawa. Serapan yang sangat tinggi ini akan memberikan informasi penting tentang ikatan dalam senyawa ini.

Untuk menentukan ikatan gugus fungsi yang terbentuk pada *sample* GO telah dilakukan pembacaan pada grafik hasil uji FTIR. penentuan pembacaan dilakukan dengan mengacu kepada tabel bilangan gelombang dari berbagai jenis ikatan pada lampiran 2. *Sample* sintesis GO yang telah diuji menggunakan spektroskopi FTIR ditunjukkan oleh grafik dibawah ini.





Gambar 4. 4 Grafik % *transmitten* Vs panjang gelombang hasil pengujian FTIR sintesis *Graphite* dan *Graphene oxide*

Hasil pengujian FTIR dapat kita lihat pada gambar 4.4 yang menunjukkan beberapa bentuk ikatan antara gugus fungsi setiap *sample*. Dalam kasus *graphite*, terbaca puncak kuat panjang gelombang pada 1108 cm^{-1} dengan kelompok gugus fungsi C–O. Pucak lain berada pada 2642 cm^{-1} pada kelompok O–H dengan tipe senyawa ikatan hidrogen asam karbosilat.

Sementara sintesis *graphene oxide*, pada *sample GO collision 7 marble* memiliki gugus fungsi C–O pada puncak regangan 1143 cm^{-1} dan gugus fungsi O–H pada 2301.34 cm^{-1} . *Sample GO collision 5 marble* pada puncak 2679 cm^{-1} termasuk dalam kelompok gugus O–H, dan juga memiliki gugus C–O. Terdapat perbedaan pada *sample GO collision 3 marble* karena terdapat puncak 1531 cm^{-1} yang termasuk kedalam gugus cincin aromatik C=C. *Sample GO collision 3 marble* juga memiliki C–O pada 1142.15 cm^{-1} , C=O pada 1692 cm^{-1} , dan O–H pada 2547 cm^{-1} dan 3525 cm^{-1} . Melihat pada *sample GO collision 1 marble* memiliki gugus fungsi yang hampir sama yaitu C–O, O–H dan C=O pada 1735 cm^{-1} .

Beberapa gugus fungsi dari GO dapat diketahui seperti O–H, C=O, C–OH, dan C–O. karakteristik lainnya pada $\sim 1288\text{ cm}^{-1}$ merupakan C–OH dan $\sim 1493\text{ cm}^{-1}$ menandakan keberadaan C=C dari domain grafit yang belum teroksidasi (Amalia & Rahayu, 2020).

4.2 Aplikasi Sintesis *Graphene oxide* Terhadap Fluida Pemboran

Setelah melakukan sintesis *graphene oxide* batang carbon baterai Zn-C, pengujian *sample* sintesis diperlukan untuk menunjang hasil sintesis yang sesuai dengan spesifikasi dan karakteristik dari *graphene oxide*. Sesuai pengujian sintesis *graphene oxide*, tahap selanjutnya ialah mengaplikasikan sintesis GO kedalam fluida pemboran untuk melihat kemampuan dari GO dalam meningkatkan fungsi dari fluida pemboran *water based mud*.

4.2.2 Sintesis *Graphene oxide* Terhadap *Rheology* Lumpur Pemboran

Rheology lumpur pemboran terdiri dari *plastic viscosity*, *gel strength*, dan *yield point*. Untuk mendapatkan nilai dari *rheology* lumpur, perlu dilakukan beberapa pengujian.

A. Pengujian *Mud Balance*

Pengujian *mud balance* dilakukan untuk mengetahui nilai densitas dari fluida pemboran yang diuji. Pada pengujian ini, menggunakan 5 *sample* yang berbeda yaitu : *sample* lumpur standar, *sample* lumpur standar dengan penambahan GO *collision 1 marble*, *collision 3 marble*, *collision 5 marble* dan *collision 7 marble*.

Tabel 4.1. Hasil pengujian *mud balance*

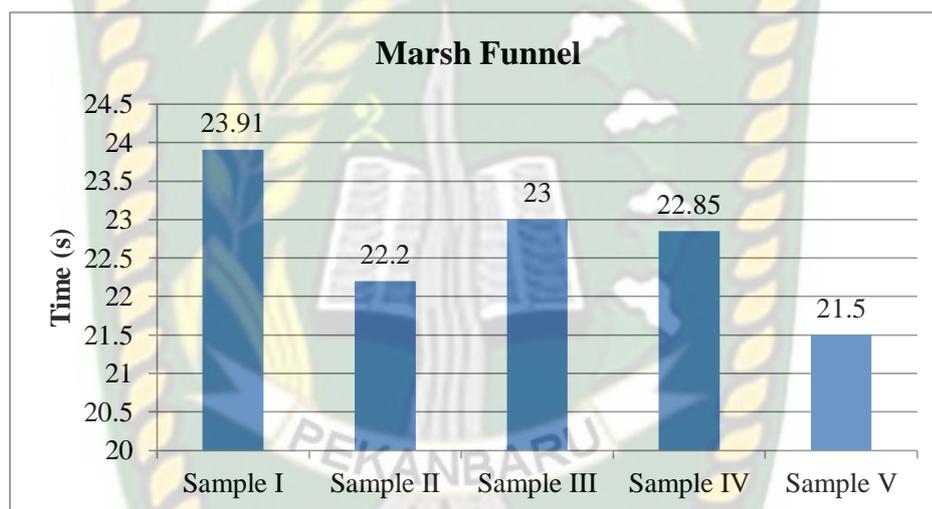
<i>Sample</i>	ρ (PPG)
<i>Sample I</i> (Lumpur Standar)	8.6
<i>Sample II</i> (LS + GO C1M)	8.4
<i>Sample III</i> (LS + GO C3M)	8.35
<i>Sample IV</i> (LS + GO C5M)	8.41
<i>Sample V</i> (LS + GO C7M)	8.46

Hasil pengukuran densitas *sample*, densitas fluida dengan penambahan sintesis GO mengalami penurunan nilai densitas dari lumpur standar. Densitas *sample* lumpur GO *collision 1 marble* memiliki nilai 8.4

ppg. Pada sample lumpur GO *collision 3 marble* hanya mendapatkan nilai densitas sebesar 8.35 ppg. Dan 8.41 ppg untuk densitas lumpur GO *collision 5 marble*. Sementara pada *sample* kelima lumpur GO *collision 7 marble* memiliki nilai densitas 8.46 ppg dengan pengukuran menggunakan *mud balance*.

B. Pengujian *Marsh Funnel*

Penggunaan *marsh funnel* untuk melihat waktu tempuh fluida untuk mengalir. Kelima *sample* yang telah dibuat, dengan volume yang sama menghasilkan waktu tempuh yang berbeda.



Gambar 4. 5 Data waktu alir sample fluida pemboran pada *marsh funnel*

Sample I memiliki waktu tempuh lebih lama dibandingkan dengan keempat *sample* lainnya. Menunjukkan bahwa dengan volume 350 ml, viskositas *sample I* lebih besar dari empat *sample* lainnya karena membutuhkan waktu lebih lama untuk mengalir. Dan pada *sample V* memiliki viskositas lebih rendah karena mampu mengalir lebih cepat daripada *sample* lainnya. Sementara itu, *sample II* memiliki waktu tempuh 22.2 *second* selisih beberapa *milisecond* dengan *sample IV* yang membutuhkan waktu 22.85 *second*.

C. Pengujian *Rheology* Fluida Menggunakan Fann VG Meter

Rheology fluida pemboran meliputi *plastic viscosity*, *yield point* dan *gel strength*. Untuk mendapatkan nilai dari *rheology* maka perlu dilakukan

pengujian menggunakan alat bernama Fann VG Meter. Berikut hasil yang diperoleh dari pengujian Fann VG Meter.

Tabel 4.2. Data *Rheology* Lumpur Pemboran dengan Konsentrasi *Graphene oxide* 0.4 wt%

Pengujian Jenis Sample	C_{600}	μp (cp)	YP (lb/100ft ²)	b	GS (lb/100ft ²)
Sample I	33	10	13	1.3	0.42
Sample II	32	9	14	1.5	0.6
Sample III	30	10	10	1	0.4
Sample IV	30	9	12	1.34	0.4
Sample V	27	8	11	1.37	0.4

Melihat data tabel 4.2 yang dihasilkan menunjukkan perbandingan hasil pengujian lumpur pemboran dengan lumpur pemboran dengan penambahan additive *graphene oxide*. Dimana memiliki empat variasi *sample* GO dengan konsentrasi yang sama sebanyak 0.4 wt%. Pada *sample* I lumpur standar telah sesuai dengan spesifikasi pada standar API (13 A, 2015) dan tidak melebihi maksimum standar untuk *sample* dengan penambahan GO. Dibawah ini, tabel 4.3 menampilkan standar API spec 13A.

Tabel 4.3. *Bentonite physical specifications*

<i>Requirement</i>	<i>Standard</i>
<i>Suspension properties</i>	
<i>Viscometer dial reading at 600 r/min</i>	<i>Minimum 30</i>
<i>Yield point/plastic viscosity ratio (b)</i>	<i>Maximum 3</i>
<i>Filtrate Volume</i>	<i>Maximum 15.0 ml</i>
<i>Residue of diameter greater than 75μm</i>	<i>Maximum mass fraction 4.0%</i>

Sumber : *API Spec 13 A, 2015*

Berdasarkan standar pada tabel 4.3, viscometer *dial reading* 600 r/min (C_{600}) memiliki standar minimum 30. Pada data hasil tabel 4.2 *sample* I, *sample* II, *sample* III dan *sample* IV telah memasuki standar yang telah

ditetapkan. Namun, pada *sample I* dan *sample II* memiliki nilai lebih besar dari standar minimum API. Spesifikasi lumpur standar lainnya dapat dilihat pada *yield point/plastic viscosity ratio* memiliki nilai maximum 3. *Sample I* yang merupakan lumpur standar mendapatkan nilai ratio 1.6 dimana telah masuk dalam spesifikasi standar untuk lumpur pemboran. Sementara untuk *sample II* menghasilkan *ratio* 1.2. Dalam kategori *ratio*, semua *sample* telah memenuhi spesifikasi yang telah ditetapkan pada standar API. Untuk *sample III*, *sample IV* dan *sample V* memang menghasilkan *ratio* dalam *range* spesifikasi namun memiliki *viscometer dial reading* 600 r/min tidak masuk dalam *range* spesifikasi. Dengan mengacu nilai *ratio* dan *viscometer dial reading at 600 r/min*, penambahan *graphene oxide* tidak terlalu mempengaruhi lumpur standar. Menurut (Kusrini, Oktavianto, Usman, Mawarni, & Alhamid, 2019) penambahan GO pada *drilling fluid* mampu meningkatkan nilai *yield point* dan *gelstrength* serta menurunkan *plastic viscosity*. Maka dari hasil diatas dapat dikatakan, *additive graphene oxide* dengan variasi GO *collision 1 marble* dapat dipertimbangkan untuk ditambahkan pada fluida pemboran.

4.2.3 Sintesis *Graphene oxide* Terhadap *Filtration loss* Lumpur Pemboran

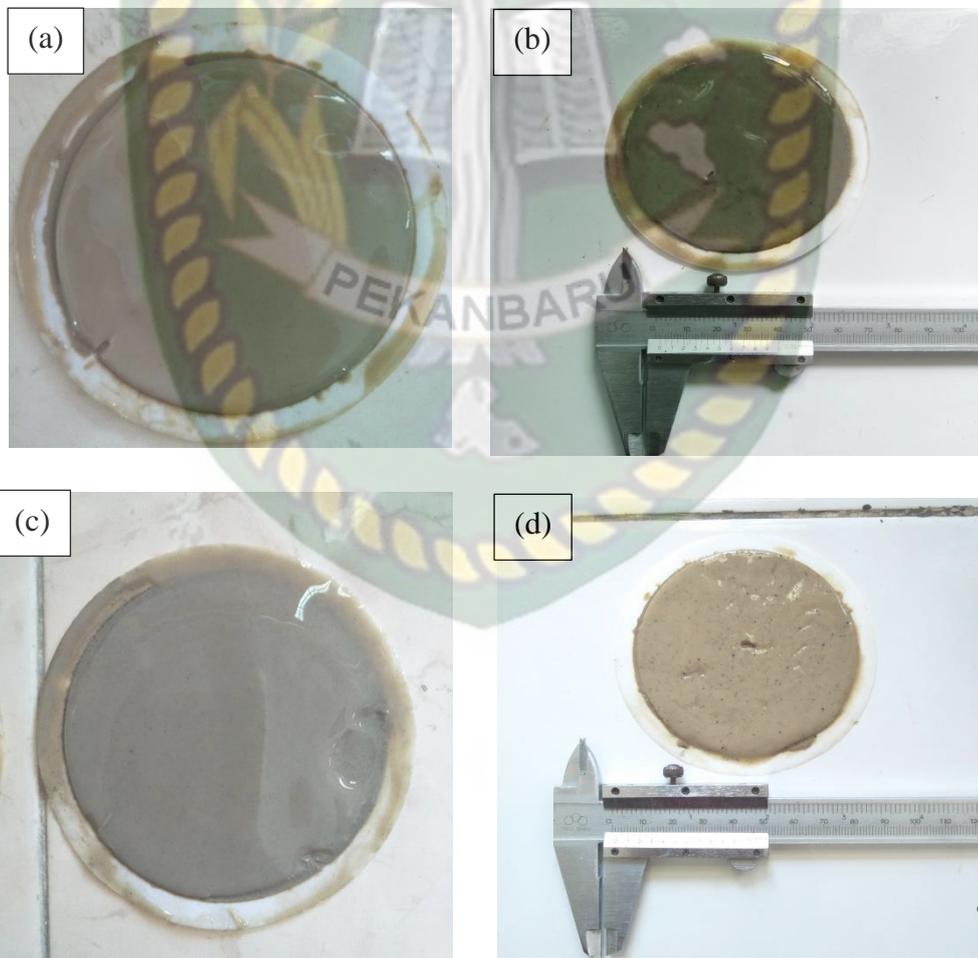
Tabel 4.4 memperlihatkan hasil uji *filtration loss* dan ketebalan *mud cake* yang dihasilkan *sample* lumpur. Dengan menguji *sample* lumpur standar dan penambahan *additive graphene oxide* dengan variasi jumlah *marble* pada sintesis *graphene oxide*. GO dengan variasi jumlah *marble* yaitu 1 *marble*, 3 *marbles*, 5 *marbles* dan 7 *marbles* yang ditambahkan pada lumpur standar *sample II*, *sample III*, *sample IV* dan *sample V*.

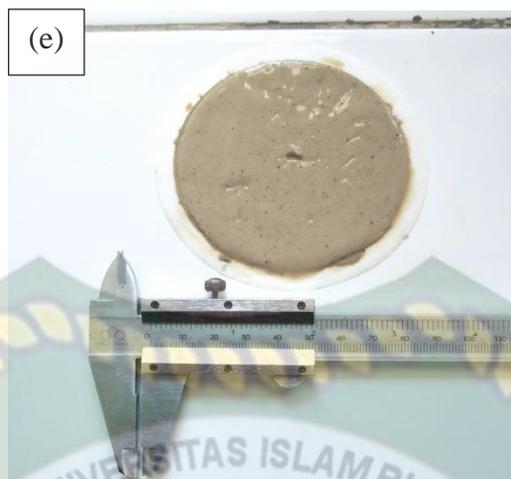
Tabel 4.4. Data hasil *Filtrate Volume* dan *mud cake* fluida pemboran

No.	<i>Sample</i>	<i>Filtrate Volume (ml)</i>	<i>Mud cake thickness (mm)</i>
1.	<i>Sample I</i>	15	2
2.	<i>Sample II</i>	14.8	1.5
3.	<i>Sample III</i>	14.3	1.6

4.	<i>Sample IV</i>	16.4	1.6
5.	<i>Sample V</i>	16	1.6

Berdasarkan data tabel 4.4, menunjukkan *Filtrate Volume* pada *sample I* (Lumpur standar) telah mencapai standar spesifikasi dari standar API 13 A pada tabel 4.3. Telah terjadi penurunan *Filtrate Volume* di *sample II* dan *sample III*. Namun penurunan ini masih berada didalam batas maksimum *Filtrate Volume* pada lumpur sesuai standar API. Perbedaan terjadi pada *sample IV* dan *sample V* yang tidak termasuk kedalam kategori spesifikasi standar API karena memiliki nilai volume 16.4 ml dan 16 ml. Dimana nilai tersebut lebih besar dari batas maksimum *Filtrate Volume* 15 ml pada suspensi lumpur.





Gambar 4. 6 Hasil *Mudcake* menggunakan *LPLT Press set* (a) *Sample I* (b) *Sample II* (c) *Sample III* (d) *Sample IV* (e) *sample V*

Setelah mengamati *Filtrate Volume* setiap *sample*, ketebalan *mud cake* juga menjadi acuan untuk mendapatkan fungsi dari lumpur pemboran yang diharapkan. Berdasarkan data tabel 4.4 ketebalan *mud cake* didapatkan menggunakan proses pengujian LPLT. Dapat dilihat pada gambar 4.6. masing-masing *Mudcake* dengan waktu 30 menit menghasilkan ketebalan *Mudcake* yang berbeda. Dapat dilihat pada *sample I* memiliki ketebalan sebesar 3.9 mm, sementara *sample II* hanya 1.5 mm. akan tetapi pada *sample III*, *IV* dan *sample V* memiliki ketebalan *mud cake* yang sama sebesar 1.6 mm. dari hasil ini, kelima *sample* dapat dikatakan telah memenuhi standar pada jurnal penelitian yang ditulis oleh (Ghazali, et al., 2015) bahwa *Mudcake* adalah poin penting dalam mencegah terjadinya *filtration loss* selama sistem fluida pemboran. Batas standarisasi untuk ketebalan *Mudcake* yaitu 3/8 inch atau 9.525 mm yang mana menyimpulkan bahwa data *Mudcake* pada penelitian ini dapat diterima karena lebih kecil dari batas ketebalan 9.525 mm.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dengan judul “Pengaruh variasi Metode Sintesis *Graphene oxide* Baterai Zn-C Terhadap Performa *Rheology* dan *Filtration Loss* Fluida Pemboran” dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. *Graphene oxide* carbon baterai Zn-C berhasil disintesis menggunakan metode *Collision marble*. Ini ditandai dengan hasil SEM, EDX, FTIR dan Uv-Vis. Variasi jumlah *marble* mempengaruhi hasil sintesis *Graphene oxide*. Hasil yang terbaik ditunjukkan oleh penggunaan 1 *marble*. Hanya dengan 1 *marble*, mampu mengeksfoliasi unsur unsur lain dan menghasilkan 94.24% unsur C dan 5.76% O berdasarkan pengujian EDX. Berdasarkan pengujian SEM GO *collision 1 marble* memperlihatkan permukaan lapisan transparan yang melebar. Dengan karakteristik FTIR menghasilkan gugus fungsi yang sesuai yaitu C–O, O–H dan C=O. Serta pengujian Uv-Vis menghasilkan panjang gelombang 233.9 nm. Setiap pengujian karakterisasi, GO variasi *collision 1 Marble* telah memenuhi spesifikasi standar GO berdasarkan penelitian-penelitian terdahulu. Jadi dengan menggunakan metode *collision marble*, dengan variasi *collision 1 marble* mampu menghasilkan sintesis GO paling baik.
2. Setelah melakukan penelitian terhadap campuran lumpur standar dengan variasi *sample* GO, dapat disimpulkan bahwa :
 - a. Hasil pengujian terhadap densitas menunjukkan penurunan densitas dari lumpur standar dengan variasi GO. Namun jumlah variasinya tidak berpengaruh besar pada nilai densitas dikarenakan hasil densitas menunjukkan sedikit perubahan.
 - b. Hasil pengujian terhadap *mud cake* dan *Filtrate Volume* membuktikan bahwa penambahan GO terhadap fluida pemboran dapat difungsikan sebagai aditif *filtration loss control*. Dengan *sample* lumpur GO *collision 1 marble* yang memiliki karakteristik

GO paling baik, menghasilkan *mud cake* dengan ketebalan 1.5 mm sesuai dengan standar API. Dan juga menghasilkan *Filtrate Volume* sebanyak 14.8 ml dari maximal 15 ml standar API.

- c. Hasil pengujian pada *rheology* menunjukkan hasil bahwa:
- Nilai *dial reading* C_{600} dari *sample* lumpur standar hingga *sample* lumpur GO *collision 7 marble* mengalami penurunan, namun *sample* lumpur GO *collision 3 marble* dan *sample* lumpur GO *collision 5 marble* memiliki nilai yang sama. Dari nilai tersebut, *sample* lumpur standar dan *sample* lumpur GO *collision 1 marble* yang memiliki nilai sesuai dengan syarat spesifikasi standar API.
 - Nilai *yield point* lumpur GO *collision 1 marble* meningkat dibandingkan lumpur standar. Sesuai dengan sifat GO yang mampu meningkatkan nilai *Yield Point* dan *Gelstrength* fluida pemboran
 - Nilai perbandingan antara *yield point* dan *plastic viscosity* *sample* lumpur standar hingga *sample* lumpur GO *collision 3 marble* mengalami penurunan, namun kembali naik di *sample* lumpur GO *collision 5 marble* dan *sample* lumpur GO *collision 7 marble*. Secara keseluruhan telah memenuhi standar API.
 - Nilai *gel strength* dari *sample* lumpur GO *collision 1 marble* lebih besar daripada *sample* lumpur standar, *sample* lumpur GO *collision 3 marble*, *sample* lumpur GO *collision 5 marble* dan *sample* lumpur GO *collision 7 marble*.

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan yang telah dijabarkan, peneliti berharap penelitian selanjutnya dapat mengaplikasikan sintesis *graphene oxide* pada fungsi pemboran lain seperti semen dan *water treatment* dengan mengembangkan metode-metode sintesis lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- 13 A, A. (2015). *Specifications for Drilling Mud Materials*.
- Alias, N. H., Ghazali, N. A., Mohd, T. A., & Yahya, E. (2014, June). Rheological Study of Nanosilica Based Drilling Fluid. *ResearchGate*.
- Amalia, A. N., & Rahayu, E. F. (2020). Pengaruh Massa Graphene Oxide dan Daya Microwave Terhadap Sintesis Graphene melalui Iradiasi Microwave. *Indonesian Journal of Chemical Science*.
- Amin, D. M. (2014). *Hambatan Pemboran dan Pemancangan*. Jakarta : Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan.
- Aramendiz, J., & Imqam, A. (2019). Silica and Graphene Oxide Nanoparticle Formulation to Improve Thermal Stability and Inhibition Capabilities of Water Based Drilling Fluids Applied to Woodford Shale. *SPE International Conference* (hal. 3-4). Texas, USA: Onepetro.
- Bararah, V. F. (2011). *Banyak yang Tidak Tahu Bahaya Buang Baterai Bekas*. Jakarta: DetikHealth.
- Cahyani, A. S. (2018). *Sintesis Graphene Oxide Berbahan Dasar Graphyte Limbah Baterai Zinc-Carbon dalam Fase Cair Menggunakan Frekuensi Ultrasonik dan Audiosonik*. Yogyakarta: UNY.
- Chen, J., Yao, B., Li, C., & Shi, G. (2013). An Improved Hummers Method for Eco-Friendly synthesis of Graphene Oxide. *ELSEVIER*, 225-229.
- Ciesielski, A., & Samori, P. (2013). Graphene via Sonication Assited Liquid-phase exfoliation. RCS Publishing.
- Dachriyanus, P. D. (2004). *Analisa Struktur Senyawa Organik Secara Spektroskopi*. Padang: Lembaga Pengembangan Teknologi Informasi dan Komunikasi (LPTIK) Universitas Andalas.
- Dimiev, A. M., & Tour, J. M. (2014). Mechanism of Graphene Oxide Formation. *American Chemical Society (www.acsnano.org)*, 3060-3068.
- Dinata, A. A., Rosyadi, A. M., Hamid, S., & Zainul, R. (2014). *Chemical Vapor Deposition: Process and Application* .
- Fitrianti. (2016). Pengaruh Lumpur Pemboran dengan Emulsi Minyak Terhadap Kerusakan Batu Pasir Lempungan. *Journal of Earth, Energy, Engineering*.

- Ghazali, N. A., Yusof, M. M., Azizi, A., Mohd, T. A., Alias, N., Sauki, A., et al. (2015). Lost Circulation Material Characteristics of Apple Skin Powder in Drilling Mud. *Advanced Materials Research*, 1119.
- Ilhami, M. R., & Susanti, D. (2014). Pengaruh Massa Zn Dan Temperatur Hydrothermal Terhadap Struktur dan Sifat Elektrik Material Graphene. *Jurnal Teknik POMITS Vol.3, No.2, ISSN:2337-3539*, 185-190.
- Junaidi, M., & Susanti, D. (2014). Pengaruh Variasi Waktu Ultrasonikasi dan Waktu Tahan Hydrothermal terhadap struktur dan konduktivitas Listrik Material graphene. *Jurnal Teknik POMITS Vol.3, No.1 ISSN: 2337-3539*, 13-18.
- Kosynkin, D. V., Ceriotti, G., Wilson, K. C., Lomeda, J. R., Scorsone, J. T., Patel, A. D., et al. (2011). Graphene Oxide as a High-Performance Fluid-Loss-Control Additive in Water-Based Drilling Fluids. (hal. 6). Texas, United States: American Chemical Society Publications.
- Kusrini, E., Oktavianto, F., Usman, A., Mawarni, D. P., & Alhamid, M. I. (2019). Synthesis, Characterization, and Performance of Graphene Oxide and Phosphorylated Graphene Oxide as Additive in Water-Based Drilling Fluids. *Elsevier*.
- Linden, D., & Redy, T. (2002). *Hanbook of Batteries 3rd Edition*. USA: The McGraw-Hill Companies, Inc.
- Lumms, J. (1986). Drilling Fluids Optimization, a Practical Field Approach. *Penn Well Pub. Co. Tulsa, Oklahoma*.
- Nandiyanto, A. D., Oktiani, R., & Ragadhita, R. (2019). How to Read and Interpret FTIR Spectroscopy Of Organic Materials. *Indonesian Journal of Science and Technology* , 97 - 118.
- Natalia, K. R., Setyowati, E. W., & Suryo, E. A. (2016). *Struktur Mikro Pada Beton Dengan Limbah Batu ONYX Sebagai Pengganti Agregat Kasar*. Malang: sipil.studentjournal.ub.ac.id.
- Rafitasari, Y., Suhendar, H., Imani, N., Luciana, F., Radean, H., & Santoso, I. (2016). Sintesis Graphene Oxide dan Reduced Graphene Oxide. *Prosiding Seminar Nasional Fisika*. Yogyakarta: www.researchgate.net.
- Rahmawati, S. (2017). *Sintesis dan Karakterisasi Material Graphene Oxide Berbahan Dasar Limbah Baterai Zn-C Menggunakan Kombinasi Metode Liquid-phase Exfoliation dan Radiasi Sinar X dengan Variasi Waktu Radiasi Berdasarkan Uji Uv Vis Spektrofotometer*. Yogyakarta: uny.ac.id.

- Skoog, H. N. (1998). *Principle of Instrumental Analysis*.
- Suhascaryo, N., Rubiandini, R., & Handayani. (2001). Studi Laboratorium Additif Temperatur Tinggi terhadap Sifat-Sifat Rheologi Lumpur Pemboran . *INAGA ANNUAL SCIENTIFIC CONFERENCE AND EXHIBITIONS* (hal. 4). Yogyakarta: Dokumen.tips.
- Sujatno, A., Salam, R., Bandriyana, & Dimiyati, A. (2015). Studi Scanning Electron Microscopy (SEM) untuk Karakterisasi Proses Oksidasi Paduan Zirkonium. *Journal Forum Nuklir (JNF)*.
- Suparno. (2012). *Dinamika Partikel Koloid* . Yogyakarta: UNY Press.
- Syakir, N., Nurlina , R., Anam, S., Aprilia, A., Hidayat, S., & Fitrilawati. (2015). Kajian Pembuatan Oksida Grafit untuk Produksi Oksida Grafena dalam Jumlah Besar. *Jurnal Fisika Indonesia No: 55, Vol XIX, 26 - 29*.
- Taha, N. M., & Lee, S. (2015). Nano Graphene Application Improving Drilling Fluids Performance. *IPTC*. Doha, Qatar: Onepetro.
- Uran, S., Alhani, A., & Silva, C. (2017). Study of Ultraviolet-visible light absorbance of exfoliated graphite forms. *AIP Advances*.
- Wishnuwijaya, R. (2017). *Preparas dani Sintesis Graphene Oxide dengan Metode Liquid Sonication Exfoliation dan Random Collision Marbles Shaking Dengan Bahan dasar Graphite Limbah Baterai Zn-Carbon Berdasarkan Uji Spektrofotometer Uv-Vis*. Yogyakarta: uny.ac.id.