

**ANALISIS PENGARUH *ADDITIVE GRAPHENE OXIDE*  
TERHADAP *COMPRESSIVE STRENGTH* DAN *SHEAR BOND*  
*STRENGTH* SEMEN PEMBORAN**

**TUGAS AKHIR**

*Diajukan guna penyusunan tugas akhir Program Studi Teknik Perminyakan*

Oleh

**AZRIL M IRFAN**

**153210378**



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

**2021**

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini disusun oleh :

Nama : Azril M Irfan  
NPM : 153210378  
Program Studi : Teknik Perminyakan  
Judul Tugas Akhir : Analisis pengaruh aditif *Graphene Oxide* terhadap *compressive dan shear bond strength* semen 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 : Dr. Mursyidah, M. Sc (.....)  
Penguji I : Tomi Erfando, ST., MT (.....)  
Penguji II : Novrianti, ST., MT (.....)

Ditetapkan di : Pekanbaru.  
Tanggal : 30 Juni 2021

Disahkan Oleh:

**KETUA PROGRAM STUDI  
TEKNIK PERMINYAKAN**



Novia Rita, S.T., M.T.

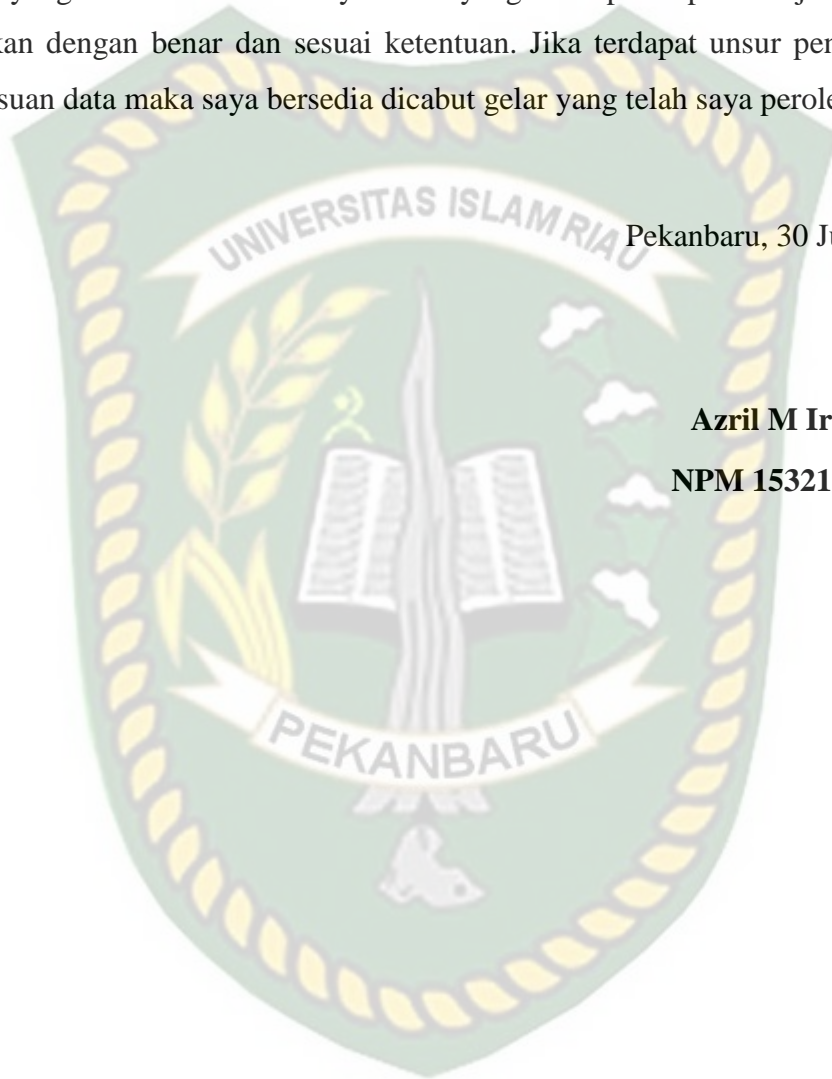
## **PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR**

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

Pekanbaru, 30 Juni 2021

**Azril M Irfan**

**NPM 153210378**



Dokumen ini adalah Arsip Miik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

## KATA PENGANTAR

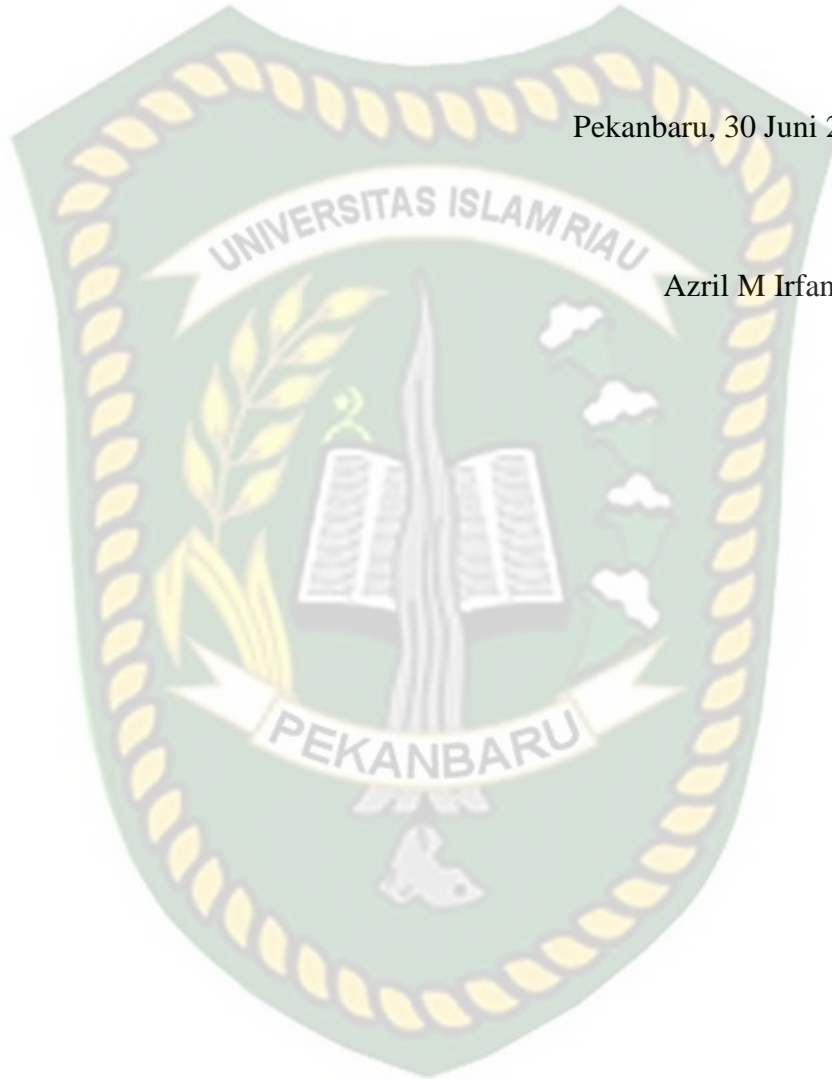
Rasa syukur disampaikan kepada Allah SWT karena atas Rahmat dan limpahan ilmu dari-Nya saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Penulisan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Perminyakan, Universitas Islam Riau. Saya menyadari bahwa banyak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

1. Ibu Dr. Mursyidah, M.Sc, selaku Dosen Pembimbing tugas akhir yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberikan dukungan dan saran dalam penyusunan tugas akhir ini.
2. Ibu noviarita, S.T., M.T. selaku Kepala Program Studi, Bapak Tomi Erfando, S.T., M.T. selaku Sekretaris Program Studi dan dosen-dosen yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberikan pembelajaran dan masukan selama proses perkuliahan saya di Universitas Islam Riau.
3. Orang tua saya, Bapak Asmar dan Ibu dewi, serta Kakak Dian Lestari, dan seluruh saudari-saudari saya atas segala doa dan kasih sayang, dukungan moril dan materil yang diberikan hingga saat ini.
4. Kepala Laboratorium, Instruktur dan Laboran Laboratorium Pemboran dan Reservoir Teknik Perminyakan yang telah membantu penelitian tugas akhir ini.
5. Zata Dini Amani dan teman-teman yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu yang selalu mendukung dan membantu saya selama masa perkuliahan hingga saat ini.

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

Pekanbaru, 30 Juni 2021

Azril M Irfan



Dokumen ini adalah Arsip Miik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR .....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL .....	ix
DAFTAR SINGKATAN.....	x
DAFTAR SIMBOL.....	xi
ABSTRAK .....	xii
<i>ABSTRACT</i> .....	xiii
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 LATAR BELAKANG .....	1
1.2 TUJUAN PENELITIAN.....	2
1.3 MANFAAT PENELITIAN.....	2
1.4 BATASAN MASALAH.....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>4</b>
2.1 <i>STATE OF THE ART</i> .....	4
2.2 SINTESIS <i>GRAPHENE OXIDE</i> .....	5
2.2.1 <i>Liquid Phase Exfoliation</i> .....	5
2.2.2 Sentrifugasi .....	6
2.3 <i>COMPRESSIVE DAN SHEAR BOND STRENGTH</i> .....	6
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>10</b>
3.1 METODE PENELITIAN.....	10
3.2 DIAGRAM ALIR PENELITIAN .....	11
3.3 JENIS PENELITIAN .....	12
3.3.1 Alat.....	12
3.3.2 Bahan .....	16

3.3.3	Prosedur Sistesis <i>Graphene Oxide</i> dari Cangkang Kelapa Sawit .....	17
3.3.4	Pengujian <i>Graphene Oxide</i> .....	18
3.4	PROSEDUR PEMBUATAN SUSPENSI SEMEN .....	19
3.4.1	Pembuatan Suspensi Semen Standar API .....	19
3.4.2	Prosedur Pembuatan Suspensi Semen Standar API + GO .....	20
3.4.3	Prosedur Penggunaan <i>Waterbath</i> .....	20
3.4.4	Prosedur Pengujian CS Menggunakan <i>Hydraulic Press</i> .....	21
3.4.5	Prosedur Pengujian SBS Menggunakan <i>Hydraulic Press</i> .....	21
3.5	TEMPAT PENELITIAN .....	22
3.6	JADWAL PENELITIAN .....	22
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>24</b>
4.1	KARAKTERISASI <i>GRAPHENE OXIDE</i> MENGGUNAKAN XRD .....	24
4.2	PENGARUH <i>ADDITIVE GO</i> TERHADAP CS DAN SBS SEMEN .....	26
4.2.1	<i>Compressive Strength</i> .....	26
4.2.2	<i>Shear Bond Strength</i> .....	28
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>30</b>
5.1	KESIMPULAN .....	30
5.2	SARAN .....	30

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 3.1</b> <i>Flowchart</i> Penelitian.....	11
<b>Gambar 3.2</b> <i>Oven</i> .....	12
<b>Gambar 3.3</b> <i>Pyrolysis</i> .....	12
<b>Gambar 3.4</b> <i>Blender</i> .....	13
<b>Gambar 3.5</b> <i>Mesh 400</i> .....	13
<b>Gambar 3.6</b> Timbangan Digital.....	13
<b>Gambar 3.7</b> Sonikasi .....	14
<b>Gambar 3.8</b> BS&W Sentrifugal.....	14
<b>Gambar 3.9</b> <i>Mixer</i> .....	14
<b>Gambar 3.10</b> Cetakan Semen .....	15
<b>Gambar 3.11</b> <i>Waterbath</i> .....	15
<b>Gambar 3.12</b> <i>Hydraulic Press</i> .....	15
<b>Gambar 3.13</b> Semen Kelas G .....	16
<b>Gambar 3.14</b> HNO <sub>3</sub> 60% .....	16
<b>Gambar 3.15</b> <i>Aquades</i> .....	16
<b>Gambar 3.16</b> <i>Acetone</i> .....	17
<b>Gambar 3.17</b> <i>Deionized Water</i> .....	17
<b>Gambar 4.1</b> Hasil Pengujian XRD Sebelum Proses <i>Liquid Phase Exfoliation</i> ...	24
<b>Gambar 4.2</b> Hasil Pengujian XRD Setelah Proses <i>Liquid Phase Exfoliation</i> .....	25
<b>Gambar 4.9</b> Hasil dari penambahan variasi GO pada <i>Compressive Strength</i> .....	27
<b>Gambar 4.10</b> Hasil dari penambahan variasi GO pada <i>Shear Bond Strength</i> .....	28



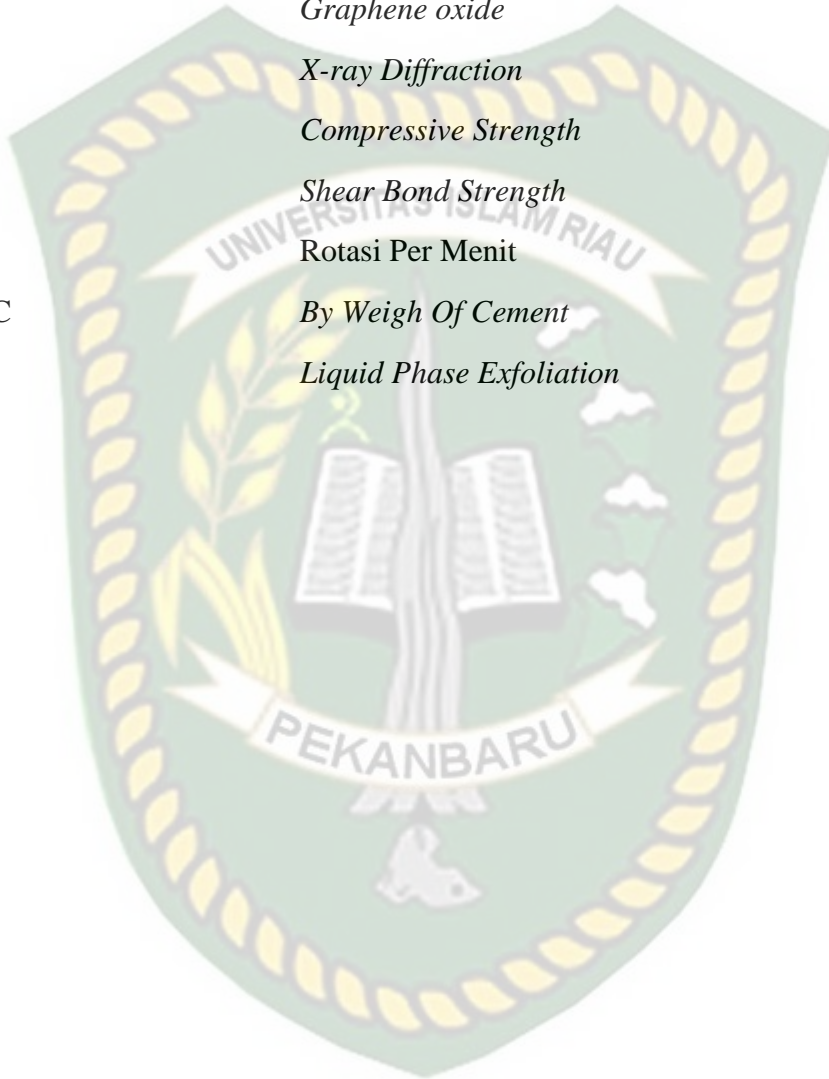
## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 3.1</b> Komposisi <i>Graphene Oxide</i> pada semen <i>slurry</i> .....	21
<b>Tabel 4.2</b> Hasil Perhitungan Nilai CS Semen + GO .....	26
<b>Tabel 4.3</b> Perhitungan Nilai SBS Semen + GO .....	28



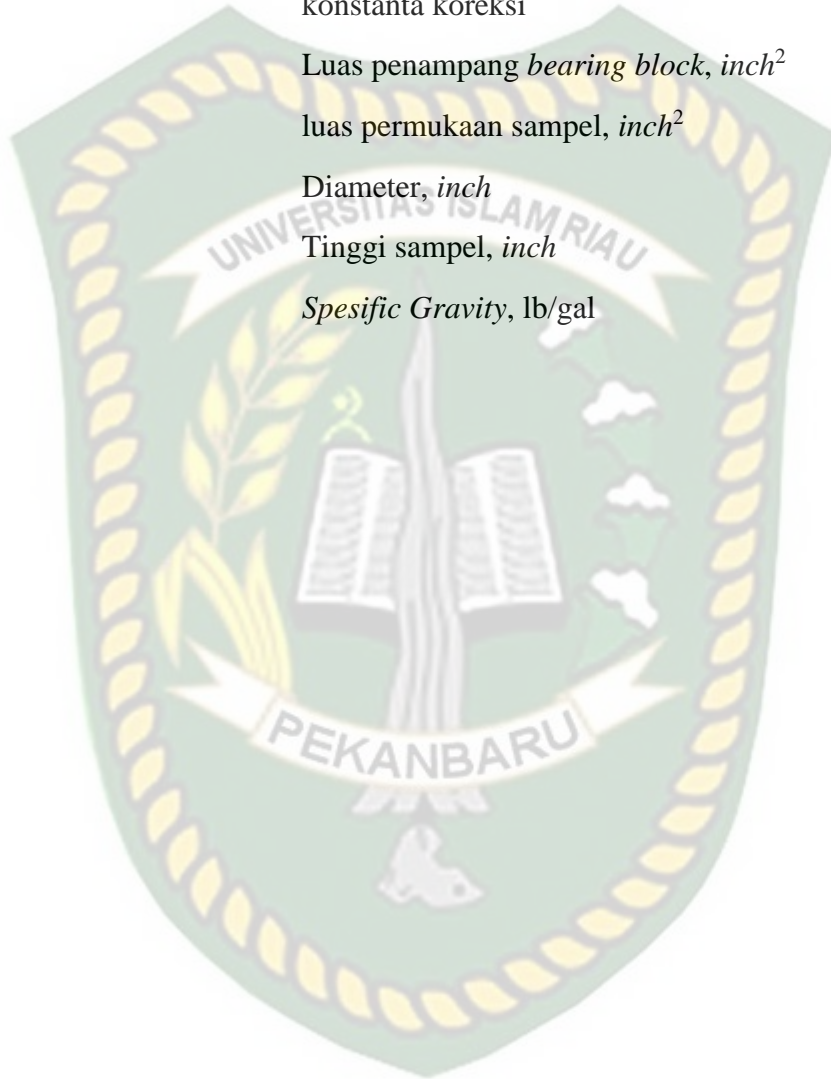
## DAFTAR SINGKATAN

API	<i>American Petroleum Institute</i>
GO	<i>Graphene oxide</i>
XRD	<i>X-ray Diffraction</i>
CSO	<i>Compressive Strength</i>
SBS	<i>Shear Bond Strength</i>
RPM	Rotasi Per Menit
BWOC	<i>By Weigh Of Cement</i>
LPE	<i>Liquid Phase Exfoliation</i>



## DAFTAR SIMBOL

P	Tekanan, Psi
K	konstanta koreksi
A <sup>1</sup>	Luas penampang <i>bearing block</i> , <i>inch</i> <sup>2</sup>
A <sup>2</sup>	luas permukaan sampel, <i>inch</i> <sup>2</sup>
D	Diameter, <i>inch</i>
H	Tinggi sampel, <i>inch</i>
SG	<i>Specific Gravity</i> , lb/gal



# ANALISIS PENGARUH *ADDITIVE GRAPHENE OXIDE* TERHADAP *COMPRESSIVE* DAN *SHEAR BOND STRENGTH* SEMEN PEMBORAN

AZRIL M IRFAN

153210378

## ABSTRAK

*Compressive Strength* (CS) dan *Shear Bond Strength* (SBS) merupakan salah satu indikator dalam menentukan kualitas semen pemboran. CS dan SBS yang kuat akan merekatkan *casing* dengan dinding formasi sehingga mencegah terjadinya pergerakan fluida melalui ruang *annular*, melindungi dan membantu *casing* menghentikan pergerakan fluida ke dalam formasi yang retak. Aditif yang biasa digunakan untuk meningkatkan kekuatan semen adalah *bentonite* namun dikarenakan bersifat banyak menyerap air sehingga volume suspensi semen bertambah, setiap penambahan 1% *bentonite* harus ditambahkan 5,3% air (BWOC) API yang artinya nilai *yield* semen, permeabilitas dan viskositas meningkat tetapi nilai *compressive strength* menurun. Namun seiring dengan perkembangan teknologi dibidang bahan nano teknologi, *Graphene Oxide* (GO) sangat berpeluang untuk meningkatkan nilai CS dan SBS semen pemboran.

Pada penelitian ini GO disiapakan dengan mensintesis cangkang kelapa sawit menggunakan alat *pyrolysis* selama 12 jam pada suhu 300°C sampai memperoleh karbon yang berukuran 400 mesh, karbon tersebut dieksfoliasi dengan metode *Liquid Phase Exfoliation* menggunakan *acetone* yang disonikasikan selama 4 jam, kemudian disentrifugasi dengan kecepatan 1000 RPM selama 3 jam pada suhu ruangan. Sampel diuji dengan XRD untuk mengidentifikasi dan menganalisa fasa pada *graphene oxide*. Selanjutnya sampel dipakai pada suspensi semen pemboran dan diuji pada variasi konsentrasi berapa nilai *compressive* dan *shear bond strength*nya mendapatkan hasil optimal. Variasi konsentrasi sampel GO cangkang kelapa sawit sebesar 0,02%, 0,035%, 0,05%, 0,065% dan 0,08% lalu dibandingkan dengan semen standar.

Berdasarkan pengujian dengan XRD didapatkan nilai puncak difraksi karbon pada 29° dan pada difraksi GO diperoleh 26,64° hal ini menandakan sudah terbentuknya kristal dengan sistem heksagonal sesuai dengan pola ICSD. Dari bertambahnya 0,02% hingga 0,065 % GO nilai CS semen naik, namun pada 0,08% menurun dan didapatkan pada hasil 0,065% GO merupakan nilai CS yang optimum dari 2730,02psi (semen standar) menjadi 4407,83psi. Dan dari bertambahnya 0,02% hingga 0,05% GO nilai SBS terus naik namun pada 0,065% menurun dan didapatkan pada hasil 0,05% merupakan nilai SBS optimum dari 550,38psi (semen standar) menjadi 812,41psi.

**Kata kunci:** *Graphene Oxide, Compressive Strength, Shear bond strength*

# **ANALYSIS OF THE EFFECT OF GRAPHENE OXIDE ADDITIVE ON THE COMPRESSIVE AND SHEAR BOND STRENGTH OF THE DRILLING CEMENT**

**AZRIL M IRFAN**

**153210378**

## **ABSTRACT**

*Compressive Strength (CS) and Shear Bond Strength (SBS) are indicators in determining the quality of drilling cement. Strong CS and SBS will bond the casing to the formation walls thereby preventing fluid movement through the annular space, protecting and helping the casing stop fluid movement into the fractured formation. The additive that is commonly used to increase the strength of cement is bentonite, but because it absorbs a lot of water so that the volume of cement suspension increases, for every addition of 1% bentonite must be added 5.3% water (BWOC) API, which means the cement yield, permeability and viscosity values increase but the value increases. compressive strength decreased. However, along with technological developments in the field of nanotechnology materials, Graphene Oxide (GO) is very likely to increase the CS and SBS values of drilling cement.*

*In this study GO was prepared by synthesizing oil palm shells using a pyrolysis tool for 12 hours at 300°C to obtain 400 mesh carbon, the carbon was exfoliated by the Liquid Phase Exfoliation method using acetone sonicated for 4 hours, then centrifuged at 1000 speed. RPM for 3 hours at room temperature. Samples were tested by XRD to identify and analyze the phase of graphene oxide. Furthermore, the sample is used in the drilling cement suspension and tested at various concentrations of how much the compressive value and the shear bond strength get optimal results. Variations in the concentration of GO oil palm shell samples were 0.02%, 0.035%, 0.05%, 0.065% and 0.08% and then compared with standard cement.*

*Based on the XRD test, the peak value of carbon diffraction is 29° and the GO diffraction is 26.64°, this indicates the formation of crystals with a hexagonal system in accordance with the ICSD. The increase of 0.02% to 0.065 % GO the CS value of cement increased, but at 0.08% decreased and obtained at 0.065% GO was the optimum CS value from 2730.02psi (standard cement) to 4407.83psi. And from an increase of 0.02% to 0.05% GO the SBS value continued to increase but at 0.065% it decreased and the result was 0.05% which was the optimum SBS value from 550.38psi (standard cement) to 812.41psi.*

**Key Word:** *Graphene Oxide, Compressive Strength, Shear bond strength*

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 LATAR BELAKANG

Keberhasilan operasi penyemenan sumur pengeboran merupakan kunci utama untuk mengoptimalkan kinerja eksploitasi dari industri minyak dan gas bumi. Kekuatan dan kerapatan ikatan antara semen dan *casing* akan meminimalisir kemungkinan terjadinya kerusakan lubang sumur sebagai pembatas di sepanjang *casing* untuk mencegah intrusi fluida formasi yang bersifat korosif, dan untuk memisah setiap zona di belakangnya (Mursyidah et al., 2016).

Kegagalan dalam pengoperasian semen akan membawa permasalahan serius dalam tahap produksi hidrokarbon, oleh karena itu memastikan kualitas ikatan semen yang baik adalah tugas yang serius (Mursyidah, Novrianti, Novriansyah, & Prasetya Utama, 2017).

Semen pemboran yang digunakan pada proses pemboran banyak jenisnya disesuaikan dengan kondisi dari masing-masing sumur begitu juga dengan aditifnya, biasanya aditif *bentonite* yang digunakan untuk meningkatkan nilai kekuatan semen namun dikarenakan sifat dari *bentonite* yaitu *extender* yang artinya aditif yang digunakan untuk meningkatkan volume suspensi. Penambahan 1% *bentonite* maka harus ditambahkan 5,3% air (BWOC), sehingga dengan penambahan *bentonite* maka *yield* semen akan naik namun *compressive* dan *shear bond strength* akan menurun dikarenakan berkurangnya daya ikat antar partikel. Menghindari permasalahan tersebut, penambahan aditif sangat diperlukan, berbagai variasi aditif dalam fasa *liquid* maupun *solid* ditambahkan untuk memaksimalkan performa semen pemboran, sehingga mengefisiensi waktu dan ekonomi proses pemboran (Goodwin & Crook, 1992).

*Graphene Oxide* dapat mengoptimalkan ikatan dan membentuk komposit dengan semen dan juga mampu menyebar ke dalam pori-pori mikro, hal ini menunjukkan potensi besar untuk meningkatkan derajat hidrasi, kekuatan, daktilitis dan daya tahan beton semen (Peng, Ge et al., 2019).

Dipilihnya cangkang kelapa sawit sebagai bahan produksi GO karena memiliki kandungan karbon yang besar, dan kandungan abu yang rendah (Haji et al., 2006). Menurut Badan Pusat Statistik kelapa sawit (2017), Riau menempati posisi pertama untuk produksi minyak kelapa sawit Indonesia yaitu sebesar 7722 juta ton dimana terbagi dari perkebunan rakyat 4049 juta ton, 238 juta ton perkebunan negara, dan 3434 juta ton perkebunan swasta, sedangkan untuk total produksi Indonesia yaitu sebesar 34468 juta ton (Statistik, 2017).

Dengan terkandungnya karbon pada cangkang kelapa sawit, pengolahan terhadap CKS dapat dimanfaatkan sebagai aditif *Graphene Oxide* karena cangkang kelapa sawit merupakan salah satu bagian dari tanaman yang mengandung karbon sebagai bahan dasar pembuatan GO, sehingga cangkang kelapa sawit berpotensi untuk diuji dalam sebuah penelitian untuk mengetahui pengaruh GO dari cangkang kelapa sawit terhadap peningkatan kekuatan semen pemboran, selain itu juga dapat memanfaatkan dan mengolah kembali limbah organik yang terbuang.

## 1.2 TUJUAN PENELITIAN

Adapun tujuan dari penelitian Tugas Akhir ini adalah:

1. Analisis *Graphene Oxide* dari cangkang kelapa sawit menggunakan data XRD
2. Menganalisis pengaruh penambahan konsentrasi aditif *Graphene Oxide* terhadap *Shear Bond* dan *Compressive Strength* terhadap semen tipe G

## 1.3 MANFAAT PENELITIAN

Manfaat dilakukan penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Sebagai inovasi baru semen pemboran yang memanfaatkan cangkang kelapa sawit sebagai aditif peningkat nilai ikatan dan kekuatan semen.
2. Cangkang kelapa sawit sebagai bahan baku berteknologi tinggi yang mampu berperan dengan sangat baik dalam semen pemboran.

#### 1.4 BATASAN MASALAH

Adapun batasan-batasan masalah yang dibentuk agar penelitian ini tidak menyimpang dari arah dan tujuan penelitian adalah sebagai berikut:

1. Aditif *Graphene Oxide* dibuat dari cangkang kelapa sawit
2. Prosedur yang digunakan yaitu *pyrolysis*, aktivasi, *Liquid phase exfoliation* dan sentrifugasi
3. Pembuatan dan pengujian suspensi semen berskala laboratorium
4. Penelitian dilakukan untuk mengetahui pada konsentrasi berapa aditif *Graphene Oxide* memperoleh hasil *compressive* dan *shear bond strength* yang optimum.





## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

Ilmu pengetahuan yang telah dipelajari, teori hingga praktikum penelitian yang telah dilakukan bertujuan agar membuka wawasan lebih terhadap hal-hal baru, termasuk ke dalamnya *recycle* atau pemanfaatan produk sampingan (limbah). Maka diperintahkan Allah SWT kepada kita agar selalu bersyukur atas semua rahmat dan hidayat yang diberikan kepada hambanya.

Sebagaimana yang telah dijelaskan oleh Allah SWT dalam firman-Nya pada Q.S Al – Isra’ dan Al – An’am, “*Dan maka sudah sepantasnya lah kita bersyukur atas apa yang telah Allah SWT ciptakan yang semata-mata adalah untuk kita manfaatkan, karena Allah telah berjanji barang siapa yang mensyukuri nikmat-Nya maka akan ditambah tapi apabila kufur maka akan mendapat siksa yang amat pedih*”.

#### 2.1 STATE OF THE ART

Penelitian terdahulu telah dilakukan pengujian *Compressive Strength* dan *Shear Bond Strength* menggunakan semen komposit *graphene oxide nano sheet* yang dilakukan oleh (Shenghua et al., 2013), dia mendapatkan nilai *Compressive Strength* meningkat 38,9% dan *Shear Bond Strength* 78,6%. Hasil penambahan GO menunjukkan bahwa GO memberikan peran penting dalam peningkatan dan mempertahankan hidrasi semen dimana secara nyata mengurangi kemungkinan kerapuhan semen dan secara signifikan meningkatkan kekuatannya.

Berdasarkan penelitian (Mohammed, Sanjayan, Duan, & Nazari, 2015) tentang studi sifat fisik penambahan *graphene oxide* pada komposit semen, dimana penelitian ini mendapatkan hasil analisis struktur pori yang menunjukkan adanya modifikasi pada distribusi pori semen akibat penambahan GO. Penambahan GO dapat memperbaiki struktur mikro *slurry* semen, meningkatkan daya ikatan semen dan menunjukkan bahwa fraksi GO dalam suspensi semen merupakan faktor utama yang dapat mempengaruhi *rheologi* semen. Kemampuan penyerapan terhadap air

menunjukkan adanya peningkatan. Efektivitas sangat tergantung pada fraksi GO. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan GO pada suspensi semen secara efektif dapat meningkatkan resistansi terhadap unsur agresif bersifat korosif dengan cara membentuk lapisan kuat yang dapat mengurangi pergerakan bahan kimia agresif tersebut.

Berdasarkan penelitian (Chuah, Pan, Sanjayan, Ming, & Hui, 2014) tentang sifat fisik *graphene oxide* pada semen komposit. Untuk rasio w/c yang konstan, kekuatan semen dengan penambahan GO meningkat dan kemudian menurun seiring dengan peningkatan penambahan aditif GO. Nilai optimum diperoleh ketika penambahan GO 0,03%. Selain itu, peningkatan *compressive strength* lebih signifikan dibandingkan dengan peningkatan *shear bond strength*, yang menunjukkan bahwa penambahan GO dapat meningkatkan ketangguhan material semen secara signifikan. Dengan kadar GO 0,03%, kinerja komposit berbahan dasar semen berbeda dengan semen standar, baik *compressive strength* maupun *shear bond strength* dari spesimen komposit semen meningkat ketika rasio w/c meningkat dari 0,3 menjadi 0,35, berbeda dengan spesimen tanpa GO. Dengan peningkatan lebih lanjut dari rasio w/c dari 0,35 menjadi 0,5, sifat mekanik dari komposisi semen dengan penambahan GO menurun, sama seperti semen tanpa GO. Ini harus dikaitkan dengan fakta bahwa peningkatan rasio w/c yang tepat dapat mempertahankan *free water* di dalam semen sehingga dapat meningkatkan hidrasi semen.

## 2.2 SINTESIS GRAPHENE OXIDE

### 2.2.1 Liquid Phase Exfoliation

*Liquid phase exfoliation* bertujuan untuk mengupas *Graphite* menjadi lembaran tipis *Graphene Oxide*, maka dispersi *Graphite* tersebut harus melalui proses *Liquid phase exfoliation* dengan tahap, memasukan *Graphite* kedalam gelas kaca berisikan *dionized water* dan aseton dengan merendamnya ke dalam *ultrasonic bath* yang berisi air pada suhu ruang, proses ini dilakukan secara berulang sehingga tidak terlihat adanya serbuk yang mengendap (Syakir, Nurlina, Anam, Aprilia, & Hidayat, 2015).

Pengelupasan dapat terjadi karena adanya gelombang ultrasonik, gelombang ultrasonik merupakan salah satu dari gelombang mekanik dengan *range* frekuensi lebih dari 20.000 Hz sehingga proses pengelupasan dari grafit oksida menjadi *grafena oksida* dilakukan secara mekanik. Proses pengelupasannya diawali dengan adanya gaya geser pada grafit oksida akibat interaksi dengan gelombang ultrasonik dan proses *kavitasi* disebabkan karena adanya perbedaan tekanan pada saat *Liquid phase exfoliation* sehingga menyebabkan inisiasi proses pengelupasan grafit menjadi *grafena oksida* (Hidayat, Setiadji, & Hadisantoso, 2019)

### 2.2.2 Sentrifugasi

Proses pemanfaatan gaya sentrifugal / memutar untuk memisahkan campuran dengan menggunakan alat sentrifugal disebut dengan sentrifugasi. Pada penelitian yang dilakukan (Hidayat et al., 2019) setelah proses pengelupasan secara mekanik dengan LPE, suspensi di sentrifugasi untuk memisahkan *graphite* dari *graphene oxide* dengan kecepatan 2500rpm.

## 2.3 COMPRESSIVE DAN SHEAR BOND STRENGTH

*Compressive Strength* yaitu kemampuan semen menahan tekanan dari arah horizontal dan *shear bond strength* adalah kemampuan menahan tekanan dari arah vertikal, namun *Compressive Strength* memiliki kekuatan di atas *shear bond strength* yaitu 8-10 kali lebih besar (Samura & Zabidi, 2018).

Pada industri minyak dan gas bumi *Compressive Strength* terbagi menjadi dua yaitu pada waktu awal setelah persiapan peletakan semen ke dalam lubang sumur dan *Compressive Strength* jangka panjang terjadi setelah kompleksi pada proses hidrasi dan eksploitasi dari sumur atau bahkan setelah beberapa tahun sumur berproduksi (Labibzadeh, Zahabizadeh, & Khajehdezfuly, 2010).

Penelitian yang dilakukan oleh (Novriansyah, Mursyidah, Putri, Novrianti, & Bae, 2016), tentang pemanfaatan nanosilika dan cangkang kelapa sawit dan aplikasinya dalam pengujian peningkatan kekuatan semen, menunjukkan bahwa penambahan aditif nanosilika dan *palm shell nano composite* pada suspensi semen terbukti dapat meningkatkan hingga 72.7% *Compressive Strength* dibandingkan

semen standar. Penelitian ini menerapkan tahapan pengerjaan sebagai berikut, dimulai dari persiapan bahan bubuk semen kelas G spesifikasi API, nanosilika dibeli dari *Aldrich Chemistry*, karbon cangkang kelapa sawit diperoleh dari CV. Berkat Jaya di Kota Sampit, Provinsi Kalimantan Tengah, Indonesia. Karbon cangkang kelapa sawit di haluskan dan diayak pada saringan mesh 200 agar mendapatkan ukuran yang seragam. Suspensi semen mengikuti spesifikasi API 10A, *propeller mixer* harus di set pada kecepatan tinggi untuk mencampur bubuk semen, air, dan aditif. kecepatan *mixer* di set dan dipertahankan pada 4000 RPM selama 5 menit untuk mencapai suspensi konsisten dan stabil. Setelah proses pencampuran selesai, semua sampel harus diatur agar dicetak untuk proses hidrasi/pengerasan, suhu hidrasi pada 180oF selama 24 jam, keluarkan sampel dari cetakan dan taruh pada mesin *hydraulic press* untuk pengujian *compressive* dan *shear bond strength*. Sampel diberikan tekanan hingga titik retakan terjadi.

Prosedur yang sama dilakukan untuk mendapatkan nilai *shear bond strength*. Uraian proses tersebut menunjukkan bahwa penambahan 0.02% nano silika dan 3% karbon cangkang kelapa sawit dapat meningkatkan hingga 72.7% nilai *Compressive Strength* dibandingkan dengan semen tanpa nanosilika dan karbon cangkang kelapa sawit, namun dengan penambahan 3.5% karbon cangkang kelapa sawit nilai *Compressive Strength* menurun, penambahan 3% karbon cangkang kelapa sawit meningkatkan nilai *shear bond strength* dan pada penambahan 3.5% membuat nilai *shear bond strength* menurun (Novriansyah et al., 2016).

*Shear bond strength* didefinisikan sebagai ikatan antara pipa dan semen yang mendukung pipa di dalam lubang sumur pengeboran. Pengerasan semen secara bertahap diatur pada interval waktu tertentu (biasanya setelah beberapa jam atau beberapa hari), pengerasan harus mampu menahan tekanan dari formasi yang terdiri dari tekanan pori dan tekanan rekahan, kedua tekanan tersebut disebut dengan tekanan *in-situ* atau tekanan total (Labibzadeh et al., 2010).

Untuk mencapai hasil penyemenan yang diinginkan, maka *strength* semen harus:

1. melindungi dan menyokong *casing*

2. menahan tekanan hidrolis yang tinggi tanpa terjadinya peregangan
3. menahan guncangan selama operasi pemboran dan perforasi
4. menyekat lubang dari fluida formasi yang korosif
5. menyekat antar lapisan yang *permeable*

Pentingnya dilakukan peningkatan nilai *compressive* dan *shear bond strength* semen untuk menghindari terjadinya masalah mekanis pada waktu operasi pemboran sedang berlangsung serta meningkatkan persentase keberhasilan operasi penyemenan yang berdampak memperpanjang *lifetime* dari sumur minyak dan gas bumi (Novrianti, 2016).

Banyaknya pori-pori mikro pada suspensi semen akan mengurangi kekuatan menahan beban pada suatu elemen karena terjadinya pengurangan area, disisi lain lemahnya ikatan antar agregat dan mortar akan menyebabkan terjadinya retak mikro dan mengakibatkan perambatan retak, oleh karena itu pentingnya melakukan penelitian ini untuk mengurangi jumlah pori-pori pada mortar dan meningkatkan hidrasi serta *bonding* semen (Fadlillah et al., 2014)

Berdasarkan buku Rubiandini (Rubiandini, 2009) nilai *Compressive Strength* dan *shear bond strength* di uji dengan alat *curing chamber* untuk menyimulasikan kondisi lingkungan semen untuk *temperature* dan tekanan tinggi sesuai keadaan formasi sebenarnya, dan *hydraulic press* merupakan alat yang di rekomendasikan oleh API untuk menghitung nilai CS dan SBS. Perhitungan *Compressive Strength* dan *shear bond strength* menggunakan perhitungan sebagai berikut:

$$CS = KP \left( \frac{A1}{A2} \right) \quad (1)$$

Keterangan:

CS = *compressive strength, psi*

K = konstanta koreksi, fungsi ketinggian (h) dan diameter (d)

P = tekanan maksimum, *psi*

A<sup>1</sup> = luas penampang *block bearing* dari *hydraulic mortar, inch<sup>2</sup>*

A<sup>2</sup> = luas permukaan sampel, *inch<sup>2</sup>*

$$SBS = P \left( \frac{A_1}{\pi Dh} \right) \quad (2)$$

Keterangan:

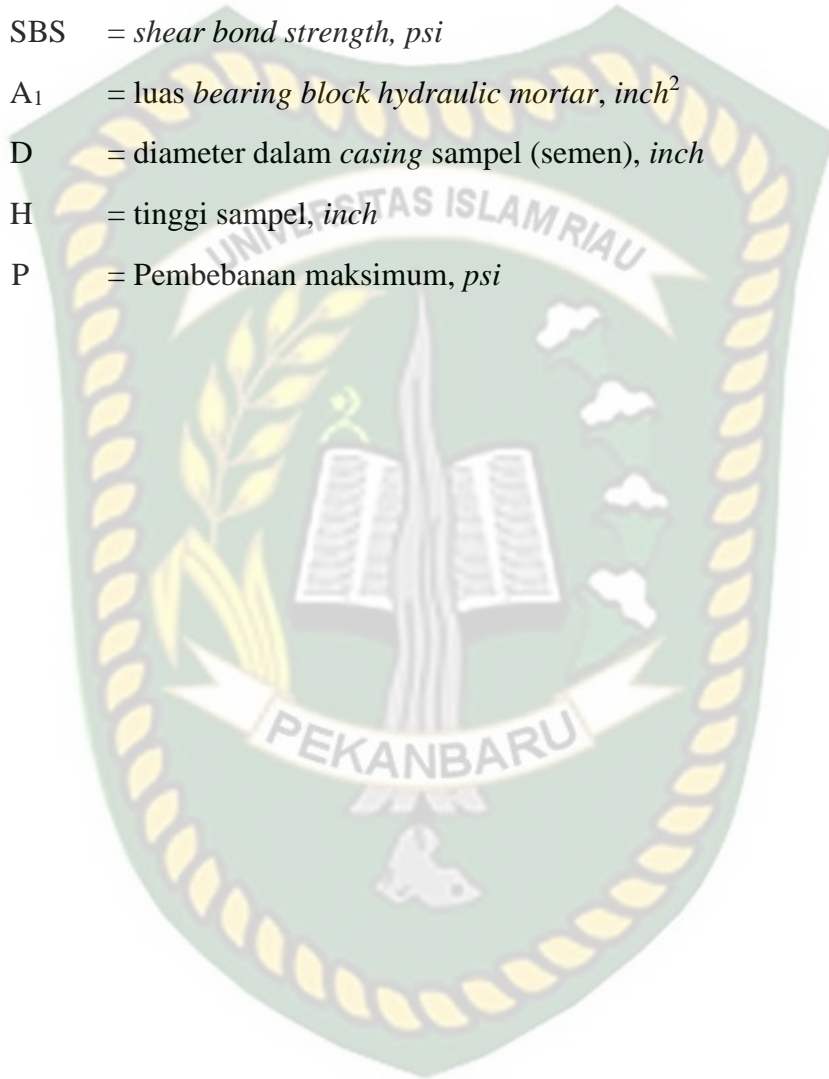
SBS = *shear bond strength, psi*

$A_1$  = luas *bearing block hydraulic mortar, inch<sup>2</sup>*

D = diameter dalam *casing sampel (semen), inch*

H = tinggi sampel, *inch*

P = Pembebanan maksimum, *psi*



Dokumen ini adalah Arsip Miik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

## BAB III

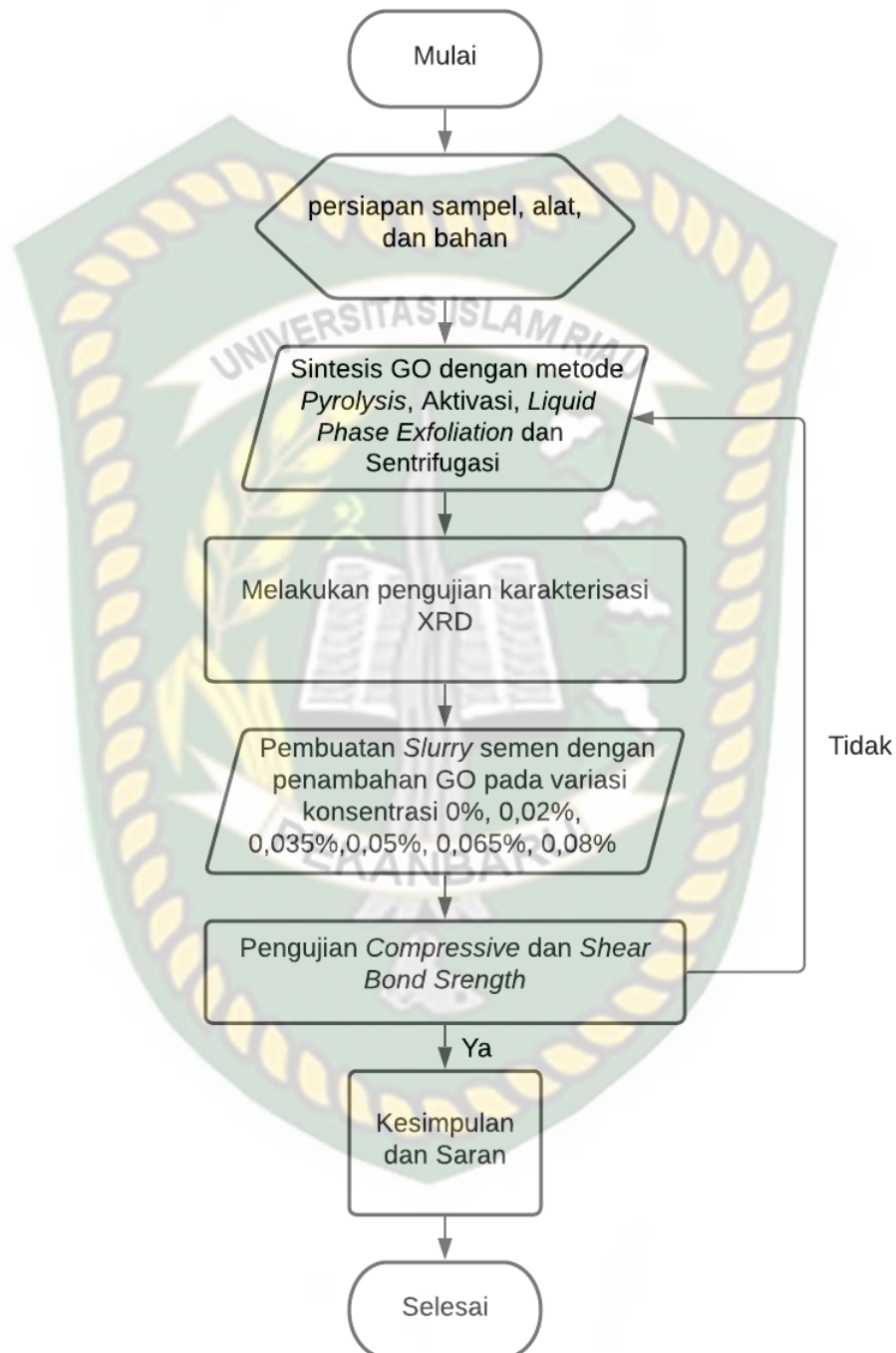
### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 METODE PENELITIAN

Penelitian tugas akhir ini dilakukan di Laboratorium Teknik Pemboran fakultas Teknik Perminyakan Universitas Islam Riau dengan kategori penelitian *Experiment Research*. Sampel semen dasar yang dibuat dari semen standar API class G dicampurkan dengan air sesuai *water ratio* dan diuji densitasnya. Kemudian suspensi semen dasar ditambah dengan *Graphene Oxide* dengan varian konsentrasi 0,02%, 0,035%, 0,05%, 0,065% dan 0,08% BWOC dimana *range* tersebut merupakan variabel yang mengacu pada penelitian (Peng et al., 2019) dan varian konsentrasi tersebut diambil karena pengujian bertujuan untuk mendapatkan nilai optimum *compressive dan shear bond strength* dari pencampuran semen pemboran dan *Graphene Oxide*.

Suspensi semen diuji densitas, kemudian diuji kualitas *compressive strength*, dan *shear bond strength* semennya (Topan, 2013). Sementara itu pembuatan *Graphene Oxide* dari *graphite* cangkang kelapa sawit dengan memakai metode *Liquid phase exfoliation* dan sentrifugasi.

### 3.2 DIAGRAM ALIR PENELITIAN



Gambar 3.1 Flowchart Penelitian



### 3.3 JENIS PENELITIAN

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian eksperimental. Adapun peralatan dan prosedur percobaan yang dilakukan sebagai berikut:

#### 3.3.1 Alat

Peralatan yang digunakan dalam pembuatan *graphite* cangkang kelapa sawit dan sampel semen pemboran yaitu:

1. *Oven* berfungsi: mengeringkan cangkang kelapa sawit setelah dijemur di sinar matahari



Gambar 3.2 Oven

2. *Pyrolysis* berfungsi: mengeringkan cangkang kelapa sawit pada suhu tinggi tanpa oksigen menghasilkan karbon



Gambar 3.3 Pyrolysis

3. *Blender* berfungsi: menghaluskan karbon cangkang kelapa sawit



**Gambar 3.4** *Blender*

4. *Sieve mesh 400* berfungsi: menyaring karbon CKS untuk mendapatkan ukuran butiran yang seragam



**Gambar 3.5** *mesh 400*

5. Timbangan digital berfungsi: mengukur massa dari bahan-bahan yang digunakan



**Gambar 3.6** Timbangan Digital

6. *Sonikasi* berfungsi: mengupas *Graphite* dari *Graphene Oxide*



**Gambar 3.7** *Sonikasi*

7. *Sentrifugasi* berfungsi: Mengupas *Graphite* dari *Graphene Oxide* yang tidak terkelupas pada proses *sonikasi*



**Gambar 3.8** *BS&W Sentrifugal*

8. *Mixer* berfungsi: mengaduk suspensi semen agar merata



**Gambar 3.9** *Mixer*

9. Cetakan semen berfungsi: mencetak suspensi semen ke dalam bentuk kubus dan silinder untuk kemudian digunakan dalam pengujian *compressive* dan *shear bond strength*



**Gambar 3.10** Cetakan Semen

10. *Waterbath* berfungsi : mengeringkan suspensi semen yang telah dicetak dengan suhu 60°C



**Gambar 3.11** *Waterbath*

11. *Hydraulic press* berfungsi: mengetahui pembebanan maksimum pada pengujian *compressive* dan *shear bond strength*



**Gambar 3.12** *Hydraulic Press*

### 3.3.2 Bahan

#### 1. Semen API kelas G hibah dari PT. CEVRON

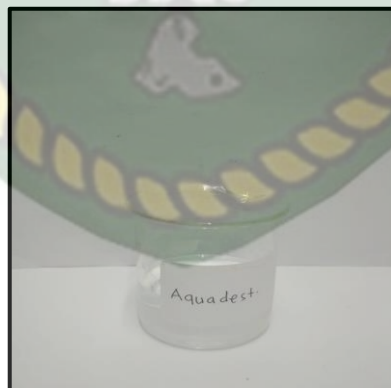
Semen API kelas G merupakan semen standar dengan API *specification* 10A dengan jenis HSR (*High Sulfate Resistant*), semen ini digunakan untuk pemboran dengan kedalaman 0ft hingga 8000ft dengan suhu 95°C untuk semen standar dan jika ditambahkan aditif GO mampu digunakan untuk sumur dengan suhu tinggi (Kremieniewski, 2020).



**Gambar 3.13** Semen Kelas G

#### 2. Akuades

Akuades merupakan air murni dari hasil penyulingan atau destilasi, akuades digunakan untuk menjadi campuran pada suspensi semen, mencuci/ membilas sampel

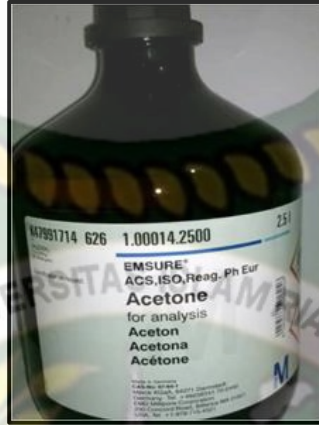


**Gambar 3.14** Akuades

#### 3. Aseton

Aseton merupakan senyawa berbentuk cairan yang tidak berwarna dan mudah terbakar juga berfungsi sebagai pelarut, aseton digunakan pada

metode *liquid phase exfoliation* bertujuan untuk mengupas *graphite* menjadi lembaran yang lebih tipis (Syakir et al., 2015).



**Gambar 3.15** Aseton

#### 4. *Deionized water*

*Deionized water* merupakan air yang sudah dihilangkan ion-ion organik, berfungsi untuk menghilangkan mineral tetapi tidak menetralkan senyawa, *deionized water* digunakan pada proses *liquid phase exfoliation* dengan cara mencampurkannya bersamaan dengan aseton



**Gambar 3.16** *Deionized Water*

### 3.3.3 Prosedur Sintesis *Graphene Oxide* dari Cangkang Kelapa Sawit

1. Mengumpulkan cangkang kelapa sawit mentah
2. Menjemur cangkang kelapa sawit di bawah sinar matahari selama 24jam

3. Mengeringkan sampel di dalam *oven* selama 24jam pada suhu 100°C untuk mengurangi kadar air pada sampel
4. Memasukkan sampel yang sudah dikeringkan ke dalam alat *pyrolysis* dengan suhu maksimal 300°C selama 12 jam
5. Menghaluskan sampel yang sudah di-*pyrolysis* dengan menggunakan blender
6. Saring sampel yang sudah dihaluskan dengan menggunakan *sieve* hingga mencapai ukuran 400 *mesh*
7. Sampel dijenuhkan dengan HNO<sub>3</sub> 60% selama 24 jam, kegiatan ini disebut dengan aktivasi
8. Saring sampel menggunakan *filter paper*
9. Cuci/bilas sampel dengan akuades dan saring dengan *filter paper* lakukan hingga 2 kali
10. Mengeringkan sampel menggunakan oven pada T = 100°C dengan t = 2jam
11. Sampel di-*liquid phase exfoliation* dengan mencampurkan aseton + *deionized water* dengan menggunakan *sonikasi*, campuran semua sampel harus dimasukkan ke dalam botol dan ditutup rapat, LPE dilakukan selama 4 jam
12. Selanjutnya sampel di sentrifugasi pada kecepatan 1000 RPM selama 3 jam dengan T= 28 °C atau suhu ruangan

#### 3.3.4 Pengujian *Graphene Oxide*

1. Karakterisasi Menggunakan XRD Pada *Graphene Oxide*

*Graphene Oxide* di karakterisasi menggunakan XRD yang bertujuan untuk mengidentifikasi fasa kristalin pada GO dengan menentukan parameter struktur serta mendapatkan ukuran partikel sampel (Hossain, 2013).

### 3.4 PROSEDUR PEMBUATAN SUSPENSI SEMEN

(Berdasarkan buku (Rubiandini, 2009))

Membuat suspensi semen harus dilakukan perhitungan terlebih dahulu untuk mengetahui jumlah komposisi dari bahan yang digunakan. Volume suspensi semen sebanyak 600 ml dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Absolute volume} = \frac{1}{(SG * 8,33)}$$

Keterangan:

*Absolute volume* : *volume total slurry*, gal/lb

SG : *specific gravity*, lb/gal

1. Persamaan menghitung *water ratio* yang ditambahkan pada suspensi semen:

$$\text{Densitas suspensi} = \frac{\text{total berat suspensi}}{\text{total volume slurry}}$$

2. Persamaan menentukan fraksi setiap bahan:

$$\text{Fraksi bahan} = \frac{\text{berat bahan}}{\text{berat semen}}$$

3. Persamaan menghitung pembuatan suspensi semen:

$$\text{semen tipe G} = \frac{\text{densitas} * \text{volume suspensi}}{\text{total fraksi}}$$

4. Sedangkan persamaan *water* dan *Graphene Oxide* menggunakan persamaan :

$$\text{fraksi} * \text{semen kelas G}$$

#### 3.4.1 Pembuatan Suspensi Semen Standar API

Langkah pembuatan semen standar menurut buku API 10A Tahun 2010

1. Mempersiapkan *cement mixer* dan *slurry container*
2. Timbang bahan yang dibutuhkan, yaitu semen sebanyak 350gram dan air 44% BWOC (*By Weigh Of Cement*) 154 gram
3. Masukkan air ke dalam *slurry container* kemudian nyalakan *mixer* dan atur kecepatan pada 4000 rpm bersamaan masukan semen ke *slurry container* tutup *slurry* kontainer dan tingkatkan kecepatan hingga 12000 rpm selama 35 detik
4. Mengaplikasikan *grease* ke seluruh permukaan cetakan kubik semen, namun tidak untuk cetakan silinder
5. Memasukkan sampel *slurry* semen dari *mixer container* ke dalam cetakan



6. Membalutkan plastik transparan pada cetakan sampel beri label pada setiap sampel lalu meletakkannya di dalam *water bath* yang sudah berisi air

#### 3.4.2 Prosedur Pembuatan Suspensi Semen Standar API Dengan Penambahan *Graphene Oxide*

1. Timbang bahan yang dibutuhkan, yaitu semen sebanyak 350 gram, aditif *Graphene Oxide* dengan konsentrasi tertentu (Tabel 3.1) dan air sebanyak 44% BWOC 154 gram
2. Masukkan air ke dalam *slurry container* kemudian nyalakan *mixer* dan atur kecepatan pada 4000 rpm bersamaan masukan *Graphene Oxide* dengan varian di Tabel 1, dan semen ke *slurry container*, tutup *slurry container* dan tingkatkan kecepatan hingga 12000 rpm selama 35 detik
3. Mengaplikasikan *grease* ke seluruh permukaan cetakan kubik semen, namun tidak untuk cetakan silinder
4. Memasukkan sampel *slurry* semen dari *mixer container* ke dalam cetakan dan tutup dengan *cover plate*
5. Membalutkan plastik transparan pada cetakan sampel beri label pada setiap sampel lalu meletakkannya di dalam *water bath* yang sudah berisi air selama 8 jam
6. Pada waktu 45 menit terakhir, angkat cetakan dan direndam di dalam air

#### 3.4.3 Prosedur Penggunaan *Waterbath*

Berdasarkan buku *Specification for Cements and Materials for Well Cementing API Specification 10A* tahun 2010.

1. *Setting* suhu *water bath* antara 27 °C-60 °C
2. Isi air ke dalam *water bath*
3. Aktifkan sistem pengontrol, menunjukkan suhu yang sudah diatur selama 8 jam
4. Angkat sampel dari *water bath* dan dinginkan

**Tabel 3.1** Komposisi *Graphene Oxide* pada semen *slurry* (Peng et al., 2019)

Nama Sampel	Persentase BWOC GO (%)
A	0% GO
B	0,02% GO
C	0,035% GO
D	0,05% GO
E	0,065% GO
F	0,08% GO

#### 3.4.4 Prosedur Pengujian CS Menggunakan *Hydraulic Press*

(Berdasarkan buku (Rubiandini, 2009))

1. Melepaskan plastik yang membungkus sampel kubik
2. Menghilangkan air dan pasir dari permukaan sampel kubik
3. Dengan menggunakan gerinda, ratakan permukaan sampel kubik
4. Pastikan sampel berdiri vertikal di tengah permukaan *bearing block*
5. Memastikan tekanan maksimum retak tidak lebih dari 3000 psi
6. Menentukan waktu laju pembebanan maksimum di antara 20 detik dan 80 detik
7. Menyalakan motor pompa dan tidak melakukan *resetting* selama sampel mulai pecah
8. Catat hasil tekanan maksimum dalam satuan psi dan hitung nilai *compressive strength*

#### 3.4.5 Prosedur Pengujian SBS Menggunakan *Hydraulic Press*

(Berdasarkan buku (Rubiandini, 2009))

1. Melepaskan plastik yang membungkus sampel silinder
2. Menghilangkan pasir dan air dari permukaan sampel silinder supaya tidak melekat ke *bearing block*
3. Posisikan *mold* silinder berisi sampel pada silinder penyangga yang ditempatkan di bagian bawah *bearing block hydraulic* secara vertikal.

4. Tempatkan batang pendorong pada posisi menunduk di permukaan sampel lalu turunkan posisi bagian atas *bearing block hydraulic* dengan cara memutar tangkai pemotong spiral
5. Tentukan laju pembebanan hingga maksimum pada waktu ke 20-80 detik. Pergeseran menentukan harga pembebanan maksimum

### 3.5 TEMPAT PENELITIAN

Peneliti melaksanakan penelitian *compressive* dan *shear bond strength* semen pemboran di Laboratorium Teknik Pemboran Fakultas Teknik Universitas Islam Riau, Pengujian XRD di FMIPA ITB untuk meng-karakterisasi struktur Kristal pada sampel.

### 3.6 JADWAL PENELITIAN

**Tabel 2.2** Jadwal Penelitian

Kegiatan	Tahun 2020				Tahun 2021					
	Jul	Ags	Sep	Des	Jan	Feb	Maret	April	Mei	juni
Studi Literatur										
Seminar Proposal										
Persiapan Bahan										
Pembuatan Suspensi Semen										
Pengujian Sifat Fisik Semen										
Analisis Data										
Penyusunan Laporan Akhir										
Sidang Tugas Akhir										



Dokumen ini adalah Arsip Miik :

**Perpustakaan Universitas Islam Riau**

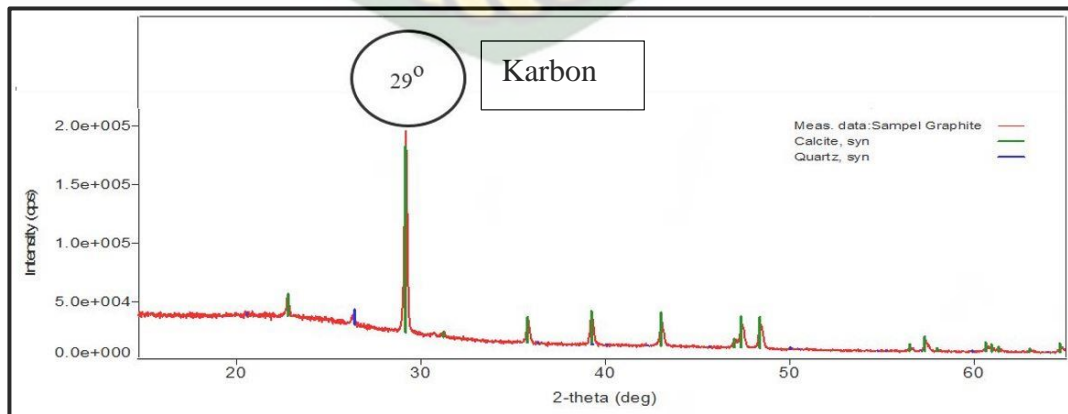
## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

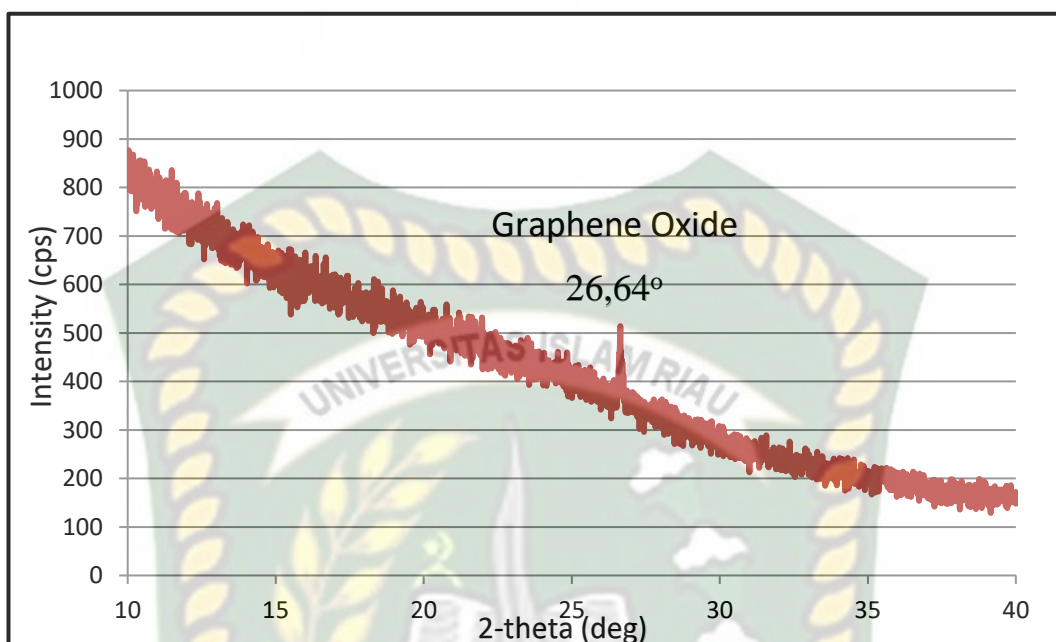
Hasil penelitian *graphene oxide* yang disintesis ini bertujuan untuk mengkarakterisasi *Graphene Oxide* sebagai aditif semen pemboran menggunakan pengujian XRD. Variasi penambahan konsentrasi *Graphene Oxide* pada *slurry* semen pemboran yaitu pada 0,02%, 0,035%, 0,04%, 0,06% dan 0,08% pada pengujian *shear bond* dan *compressive strength*.

#### 4.1 KARAKTERISASI GRAPHENE OXIDE MENGGUNAKAN XRD

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  $2\theta$ . Pola difraktogram yang dihasilkan berupa deretan puncak-puncak difraksi dengan intensitas bervariasi sepanjang nilai  $2\theta$  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 (Moecher, 2004).



**Gambar 4.1** Hasil Pengujian XRD Karbon Sebelum disintesis menggunakan *Liquid Phase Exfoliation*



**Gambar 4.2** Hasil Pengujian XRD GO Setelah disintesis menggunakan metode *Liquid Phase Exfoliation*

Gambar 4.1 menunjukkan spektrum XRD pada sampel karbon, nilai puncak difraksinya yaitu pada  $29^\circ$  dan pada gambar 4.2 menunjukkan spektrum XRD pada sampel *Graphene Oxide* nilai puncak difraksinya menurun menjadi  $26,64^\circ$  yang menandakan sudah terbentuknya kristal GO dengan sistem heksagonal sesuai dengan pola XRD menggunakan standar *Inorganic Crystal Structure Database* (ICSD 01-075-1621).

Dengan dikonfirmasi data hasil XRD sudah terbukti GO, mulai dari laporan penelitian Fonny (2019) juga termasuk hasil penelitian yaitu pada pengujian UV-Vis sampel nano partikel karbon puncak *absorbansi*-nya 1,05au sedangkan untuk sampel karbon aktif tidak memiliki puncak *absorbansi*. Pada karakterisasi FTIR menunjukkan gugus fungsi C=O, C-O, C=C dan O-H Gugus-gugus fungsi tersebut saling berikatan dan menyebabkan terbentuknya struktur heksagonal pada susunan atom karbon menjadi lapisan GO. Pengujian EDX sampel *graphene oxide* didapatkan persentase massa unsur C 66,07% dan O 33,93% dan sampel *graphite* didapatkan persentase massa unsur C 74,59% dan unsur O 25,41%, nilai unsur C pada *graphene oxide* yang merupakan unsur utama

menurun dikarenakan hasil oksidasi yang membuatnya sesuai dengan susunan atom spesifikasi *graphene oxide*.

#### 4.2 PENGARUH *ADDITIVE* GO TERHADAP CS DAN SBS SEMEN

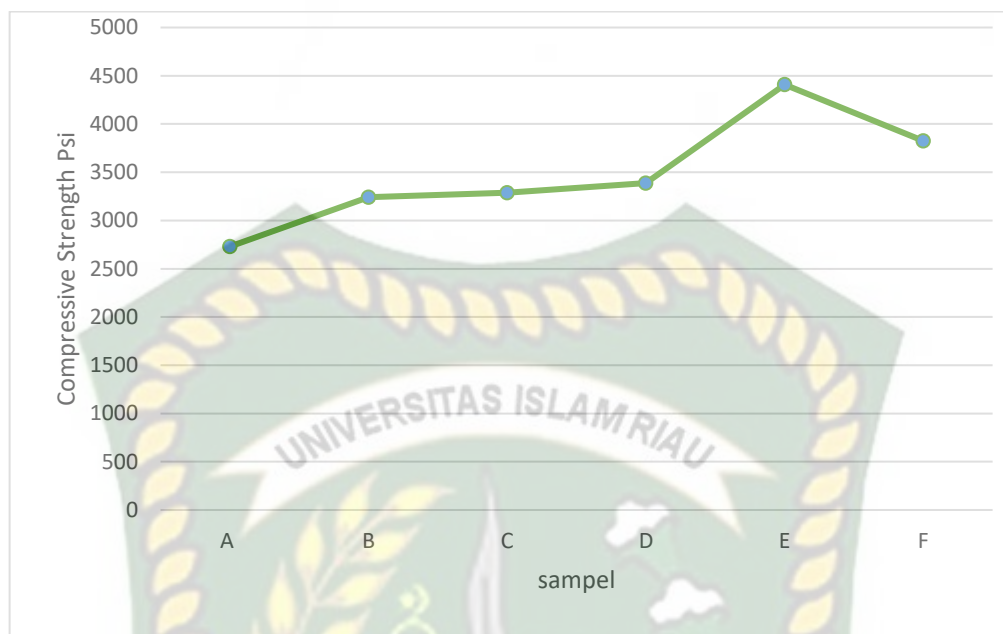
Penelitian ini menggunakan semen standar API, semen 350 gram dan air 44% BWOC (*By Weigh Of Cement*) dan GO (*Graphene Oxide*) dengan konsentrasi yang berbeda-beda.

##### 4.2.1 *Compressive Strength*

Hasil perhitungan *Compressive Strengt* dari pembebanan maksimum pada sampel standar dan berdasarkan variasi konsentrasi *Graphene Oxide* 0%, 0,02%, 0,035%, 0,05%, 0,065%, dan 0,08% BWOC.

**Tabel 4.1** Hasil Perhitungan Nilai *Compressive Strength* Semen Pemboran Berdasarkan variasi konsentrasi GO

Sampel	Komposisi <i>Slurry</i> Semen	Nilai <i>Compressive Strength</i> (Psi)
A	Semen Dasar + air	2730.02
B	SD + air + 0,02% GO	3240.49
C	SD + air + 0,035% GO	3289.61
D	SD + air + 0,05% GO	3386.74
E	SD + air + 0,065% GO	4407.83
F	SD + air + 0,08% GO	3825.76



**Gambar 4.3** Hasil *Compressive Strength* Variasi Konsentrasi Aditif *Graphene Oxide*

Pada gambar 4.3 didapatkan nilai CS semen dasar 2.748,98psi. Pada penambahan 0,02% GO nilai CS meningkat sebanyak 491,51psi sehingga menjadi 3.240,49psi. Pada penambahan 0,035% GO nilai CS meningkat sebanyak 49,12psi dari penambahan GO sebelumnya sehingga nilai CS menjadi 3.289,61. Pada penambahan 0,05% GO nilai CS meningkat sebanyak 97,13psi dari penambahan GO sebelumnya sehingga nilai CS menjadi 3.386,74. Pada penambahan 0,065% GO nilai CS meningkat sebanyak 1021,09psi dari penambahan GO sebelumnya sehingga nilai CS menjadi 4.407,83. Pada penambahan 0,08% GO nilai CS berkurang sebanyak 582,07 psi dari penambahan GO sebelumnya sehingga nilai CS menjadi 4.407,83 namun masih bisa digunakan karena sudah melewati nilai standar *Compressive Strength* API.

Peningkatan *Compressive Strength* disebabkan oleh proses hidrasi yang baik, struktur pori semen yang semakin halus karena adanya penambahan GO. Hal ini disebabkan oleh sifat GO yang mengisi rongga pori semen, luasnya permukaan GO dapat dengan mudah menyerap air, memperbesar daya ikat semen, hal ini mampu meningkatkan nilai *Compressive Strength* yang menghasilkan struktur pori semen yang semakin bagus (Li et al., 2017).

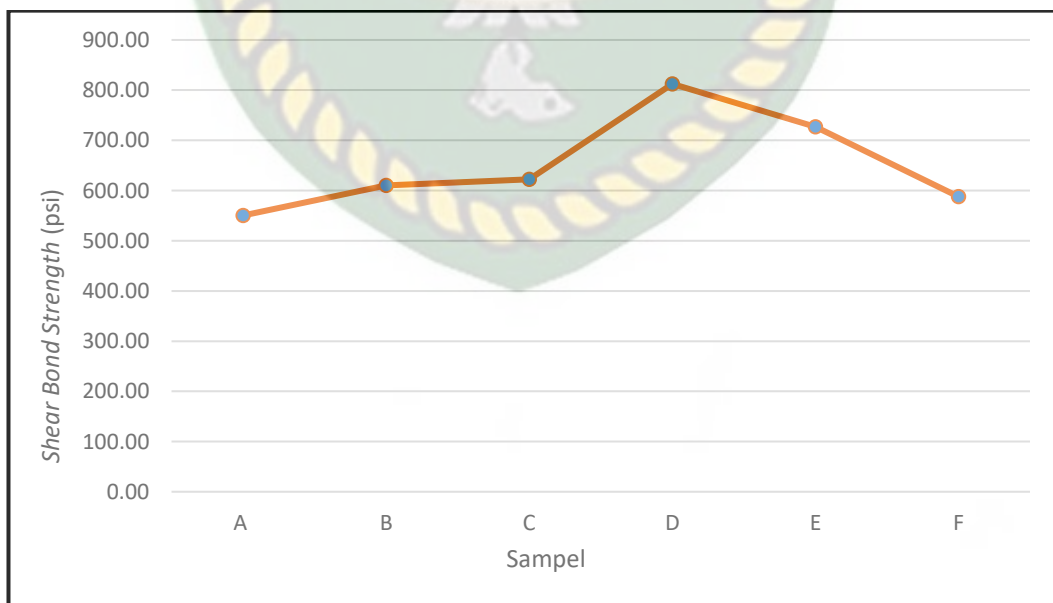


#### 4.2.2 Shear Bond Strength

Hasil perhitungan *shear bond strength* dari pembebanan maksimum pada sampel standar dan berdasarkan variasi konsentrasi *Graphene Oxide* 0%, 0,02%, 0,035%, 0,05%, 0,065%, dan 0,08% BWOC.

**Tabel 4.2** Hasil Perhitungan Nilai *Shear Bond Strength* Semen Pemboran Berdasarkan variasi konsentrasi GO

Sampel	Komposisi <i>Slurry</i> Semen	Nilai <i>Shear Bond Strength</i> (Psi)
A	Semen Dasar + air	550.38
B	SD + air + 0,02% GO	610.40
C	SD + air + 0,035% GO	622.19
D	SD + air + 0,05% GO	812.41
E	SD + air + 0,065% GO	726.70
F	SD + air + 0,08% GO	588.21



**Gambar 4.4** Hasil *Shear Bond Strength* Variasi Konsentrasi Aditif *Graphene Oxide*

Pada gambar 4.4 didapatkan nilai SBS semen dasar 550,38psi. Pada penambahan 0,02% GO nilai SBS meningkat sebanyak 60,10psi sehingga menjadi 610.40psi. Pada penambahan 0,035% GO nilai SBS meningkat sebanyak 11,79psi dari penambahan GO sebelumnya sehingga nilai SBS menjadi 622.19psi. Pada penambahan 0,05% GO nilai SBS meningkat sebanyak 190,22 psi dari penambahan GO sebelumnya sehingga nilai SBS menjadi 812.41psi. Pada penambahan 0,065% GO nilai SBS menurun sebanyak 85,71psi dari penambahan GO sebelumnya sehingga nilai SBS menjadi 726,7psi. Pada penambahan 0,08% GO nilai SBS berkurang sebanyak 138,49psi dari penambahan GO sebelumnya sehingga nilai SBS menjadi 588,21psi namun pada variasi 0,065% dan 0,08% GO masih bisa digunakan karena sudah melewati nilai standar *Shear Bond Strength* API.

Nilai *shear bond strength* mengalami peningkatan dengan bertambahnya konsentrasi GO Peningkatan nilai *Compressive Strength* dan *shear bond strength* di atas nilai API dikarenakan kandungan GO mempengaruhi morfologi dan distribusi dari hidrasi semen, hal ini terjadi karena luas permukaan spesifik GO yang besar mempercepat proses hidrasi semen dan *nukleasi* semen menyebabkan platform yang lebih menguntungkan untuk pertumbuhan produk hidrasi dan mengoptimalkan morfologi dan distribusi Kristal yang artinya meningkatkan nilai kekuatan SBS semen (Buntoro, Rubiandini, & Key, 2001).

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian yang sudah dilakukan maka didapat kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil karakterisasi XRD sebelum dilakukannya *Liquid phase exfoliation* terhadap sampel memperlihatkan bahwa material berbentuk amorf, derajat difraksi material *Graphite* cenderung sedikit lebih tinggi dengan nilai  $29^\circ$  dibandingkan setelah dilakukan *Liquid phase exfoliation* dimana nilai derajat difraksinya adalah  $26,64^\circ$ , ini menandakan bahwa *Graphene Oxide* sudah terbentuk dengan baik
2. Berdasarkan hasil pengujian semen pemboran didapatkan bahwa dengan penambahan *Graphene Oxide* (GO) 0,065% berpengaruh terhadap nilai CS dimana dapat meningkatkan nilai dari 2730,02 psi menjadi 4407,83 psi dan dengan penambahan 0,05% *Graphene Oxide* (GO) dapat meningkatkan nilai *shear bond strength* dari 550,38 psi menjadi 812,41 psi.

#### 5.2 SARAN

Berdasarkan hasil penelitian ini diharapkan pada penelitian selanjutnya dilakukan pengujian *filtration loss*, *lost circulation* dan *free water*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amodeo, T., Dutouquet, C., Tenegal, F., Guizard, B., Maskrot, H., Le Bihan, O., & Fréjafon, E. (2008). On-line monitoring of composite nanoparticles synthesized in a pre-industrial laser pyrolysis reactor using Laser-Induced Breakdown Spectroscopy. *Spectrochimica Acta - Part B Atomic Spectroscopy*, 63(10), 1183–1190. <https://doi.org/10.1016/j.sab.2008.09.005>
- Bermudez, M. (2007). Effect of sugar on the thickening time of cement slurries. *SPE Annual Technical Conference and Exhibition*. Society of Petroleum Engineers.
- Buntoro, A., Rubiandini, R., & Key, T. (2001). The effect of neat magnesium oxide ( mgo ) as expanding additive with burning temperature 1200 O C AND 1300 O C.
- Chuah, S., Pan, Z., Sanjayan, J. G., Ming, C., & Hui, W. (2014). Nano reinforced cement and concrete composites and new perspective from graphene oxide. *Construction & Building Materials*, 73, 113–124.
- Daud, W. M. A. W., Ali, W. S. W., & Sulaiman, M. Z. (2000). The effects of carbonization temperature on pore development in palm-shell-based activated carbon. *Carbon*, 38(14), 1925–1932.
- Deshpande, A., & Patil, R. (2017). Applications of nanotechnology in oilwell cementing. *SPE Middle East Oil & Gas Show and Conference*. Society of Petroleum Engineers.
- Evbuomwan, B. O., Agbede, A. M., & Atuka, M. M. (2013). A comparative study of the physico-chemical properties of activated carbon from oil palm waste (kernel shell and fibre). *International Journal of Science and Engineering Investigations*, 2(19), 75–79.

- Fadlillah, D. A., Sustiawan, F., Lie, H. A., & Purwanto, P. (2014). Pengaruh Komposisi Nano Semen Terhadap Kuat Tekan Mortar. *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 3(4), 1031–1042.
- Hartanto, S., & Ratnawati, R. (2018). Pembuatan Karbon Aktif Dari Tempurung Kelapa Sawit Dengan Metode Aktivasi Kimia. *Jurnal Sains Materi Indonesia*, 12(1), 12–16.
- Haryanti, A., Norsamsi, N., Sholiha, P. S. F., & Putri, N. P. (2014). Studi pemanfaatan limbah padat kelapa sawit. *Konversi*, 3(2), 20–29.
- Herianto, T. (2013). Pemanfaatan Arang Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Light Weight Additive Semen Pemboran. *Jurnal Ilmu Kebumihan "TEKNOLOGI MINERAL" Vol. 24, No. 4, September-Desember 2011*, 24(4), 86–95.
- Hidayat, A., Setiadji, S., & Hadisantoso, E. P. (2018). Sintesis Oksida Grafena Tereduksi (rGO) dari Arang Tempurung Kelapa (*Cocos nucifera*). *Al-Kimiya: Jurnal Ilmu Kimia Dan Terapan*, 5(2), 68–73.
- Hossain, M. A., & Islam, S. (2013). Synthesis of carbon nanoparticles from kerosene and their characterization by SEM/EDX, XRD and FTIR. *Am. J. Nanosci. Nanotechnol*, 1(2), 52.
- Hussaro, K. (2014). Preparation of activated carbon from palm oil shell by chemical activation with  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  and  $\text{ZnCl}_2$  as impregnated agents for  $\text{H}_2\text{S}$  adsorption. *American Journal of Environmental Sciences*, 10(4), 336–346.
- Irawan, A. (2019). Kalibrasi Spektrofotometer Sebagai Penjaminan Mutu Hasil Pengukuran Dalam Kegiatan Penelitian Dan Pengujian. *Indonesian Journal Of Laboratory*, 1(2), 1–9.
- Goodwin, K. J., & Crook, R. J. (1992). Cement sheath stress failure. *SPE Drilling Engineering*, 7(4), 291–296. <https://doi.org/10.2118/20453-PA>

- Kremieniewski, M. (2020). Influence of graphene oxide on rheological parameters of cement slurries. *Energies*, 13(20).
- Labibzadeh, M., Zahabizadeh, B., & Khajehdezfuly, A. (2010). Early-age *Compressive Strength* assessment of oil well class G cement due to borehole pressure and temperature changes. *Journal of American Science*, 6(7), 38–45.
- Lee, C., Wei, X., Kysar, J. W., & Hone, J. (2008). Measurement of the elastic properties and intrinsic *strength* of monolayer *graphene*. *Science*, 321(5887), 385–388.
- Li, X., Ming, Y., Gui, W., Yang, C., Sanjayan, J. G., Hui, W., & Li, Z. (2017). Effects of graphene oxide agglomerates on workability, hydration, microstructure and compressive strength of cement paste. *Construction and Building Materials*, 145, 402–410.
- Shenghua, lv, Ma, Y., Qiu, C., Sun, T., Liu, J., & Zhou, Q. (2013). Effect of graphene oxide nanosheets of microstructure and mechanical properties of cement composites. *Construction and Building Materials*, 49, 121–127.
- Mangadlao, J. D., Cao, P., & Advincula, R. C. (2015). Smart cements and cement additives for oil and gas operations. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 129, 63–76.
- Materazzi, A. L., Ubertini, F., & D'Alessandro, A. (2013). Carbon nanotube cement-based transducers for dynamic sensing of strain. *Cement and Concrete Composites*, 37, 2–11.
- Moecher, D. (2004). Characterization and Identification of Mineral Unknowns: A Mineralogy Term Project. *Journal of Geoscience Education*, 52, 5–9.

- Novriansyah, A., & Utama, T. P. (2017). A study of cement additive from varied heating temperature of coconut shell charcoal to increase cement *strength*. *MATEC Web of Conferences*, 101, 3005. EDP Sciences.
- Novriansyah, A., Mursyidah, Putri, S. S. A., Novrianti, & Bae, W. S. (2016). *Utilization of Nanosilica-Palm Shell Nanocomposite to Enhance Cement Strength in Well Cementing*. (February), 13–16.
- Novriansyah, A., Mursyidah, U., Putri, S. S., & Riswati, S. S. (2018). Effect of silica-palm shell carbon composite additive in enhancing the *strength* of the concrete in the oil-well cementing job. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 348(1), 12012. IOP Publishing.
- Novrianti, N. (2016). Studi Laboratorium Pengaruh Variasi Temperatur Pemanasan Karbon Cangkang Kelapa Sawit Dan Arang Batok Kelapa Terhadap Strength Semen Pemboran. *Jurnal Teknik Patra Akademika*, 7(02), 38–41.
- Pari, G., Santoso, A., & Hendra, D. (2006). Pembuatan dan pemanfaatan arang aktif sebagai reduktor emisi formaldehida kayu lapis. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 24(5), 425–436.
- Peng, H., Ge, Y., Cai, C. S., Zhang, Y., & Liu, Z. (2019). Mechanical properties and microstructure of *Graphene Oxide* cement-based composites. *Construction and Building Materials*, 194, 102–109.
- Peyvandi, A., Taleghani, A. D., Soroushian, P., & Cammarata, R. (2017). The use of low-cost *Graphite* nanomaterials to enhance zonal isolation in oil and gas wells. *SPE Annual Technical Conference and Exhibition*. Society of Petroleum Engineers.
- Pranata, G., Lasmana, D., Safriani, L., Syakir, N., & Fitrilawati. (2015). Karakterisasi Lapisan Reduced *Graphene Oxide* (Rgo) Pada Substrat Ito

Untuk Aplikasi Sel Surya Organik. *Jurnal Material Dan Energi Indonesia*, 05(02), 39–44.

Samura, L. (2018). Pengujian *Compressive Strength* Dan *Thickening Time* Pada Semen Pemboran Kelas G Dengan Penambahan Additif Retader. *PETRO: Jurnal Ilmiah Teknik Perminyakan*, 6(2), 49–54.

Specification, A. P. I. (2010). 10A. *Specification for Cements and Materials for Well Cementing*, American Petroleum Institute.

Statistik, B. P. (2016). Statistik kelapa sawit Indonesia. *Jakarta: Tim BPS*.

Syakir, N., Nurlina, R., Anam, S., Aprilia, A., & Hidayat, S. (2015). Kajian Pembuatan Oksida Grafit untuk Produksi Oksida Grafena dalam Jumlah Besar (Halaman 26 sd 29). *Jurnal Fisika Indonesia*, 19(56).

Wijayanto, S. O., & Bayuseno, A. . (2014). Analisis Kegagalan Material Pipa Ferrule Nickel Alloy N06025 Pada Waste Heat Boiler Akibat Suhu Tinggi Berdasarkan Pengujian: Mikrofafi Dan Kekerasan. *Jurnal Teknik Mesin*, 2(1), 33–39.

Zuo, J., Yao, W., & Wu, K. (2015). Seebeck effect and mechanical properties of carbon nanotube-carbon fiber/cement nanocomposites. *Fullerenes, Nanotubes and Carbon Nanostructures*, 23(5), 383–391.