

**SINTESIS *GRAPHENE OXIDE* DENGAN METODE *LIQUID PHASE EXFOLIATION* UNTUK PEMANFAATAN DALAM PENANGGULANGAN KOROSI PERALATAN PEMBORAN**

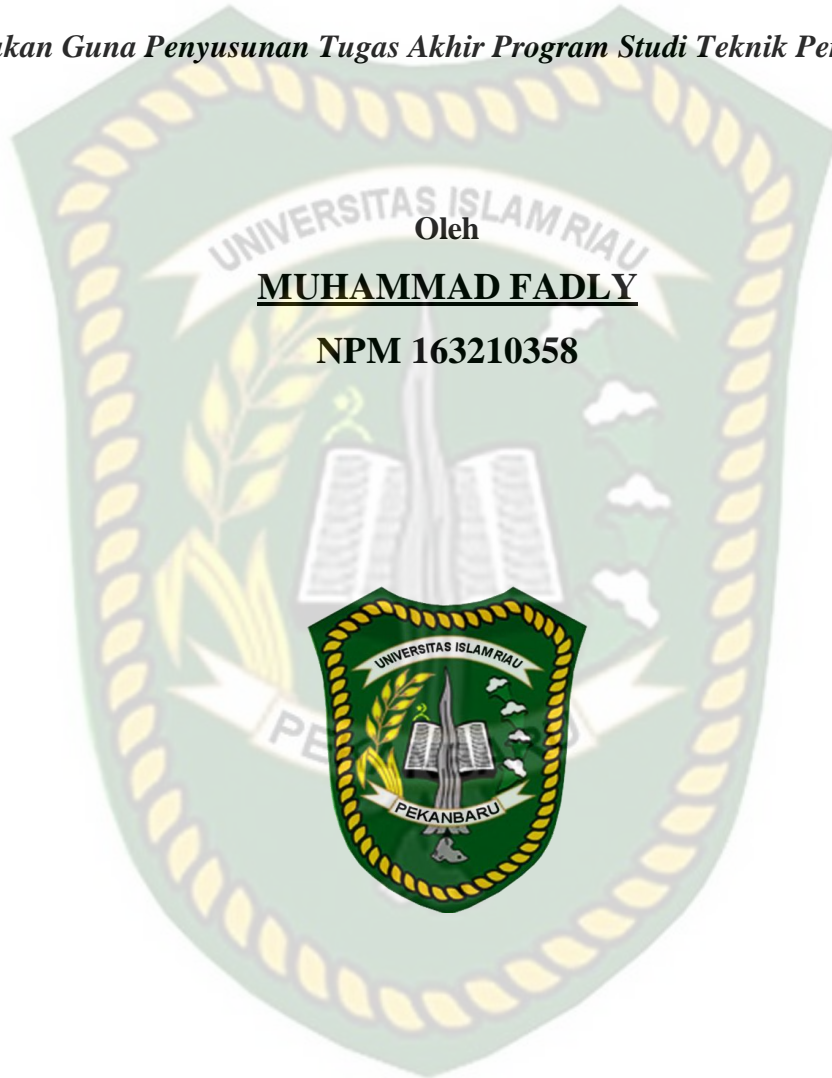
**TUGAS AKHIR**

*Diajukan Guna Penyusunan Tugas Akhir Program Studi Teknik Perminyakan*

Oleh

**MUHAMMAD FADLY**

**NPM 163210358**



**PROGRAM STUDI TEKNIK PERMINYAKAN**

**UNIVERSITAS ISLAM RIAU**

**PEKANBARU**

**2021**

## KATA PENGANTAR

Rasa syukur diucapkan kepada Allah Subhannahu wa Ta'ala karena atas rahmat dan karunia-Nya saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Penulisan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana teknik program studi teknik perminyakan universitas islam riau. Saya menyadari bahwa banyak pihak yang telah membantu saya dalam menyelesaikan tugas akhir ini serta memperoleh ilmu pengetahuan selama kuliah. Tanpa bantuan dari mereka tentu akan sulit rasanya untuk mendapatkan gelar sarjana teknik ini. Oleh karena itu saya ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Ibu Dr. Mursyidah, M. Sc selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu dan pikiran untuk memberi arahan maupun masukan dalam penyusunan tugas akhir ini.
2. Ketua Prodi Ibu Novia Rita,S.T., M.T dan sekretaris program studi Bapak Tomi Erfando S.T., M.T serta dosen-dosen yang banyak membantu terkait perkuliahan, ilmu pengetahuan, dan dukungan yang telah diberikan.
3. Kedua orang tua saya, Bapak Ramli dan Ibu Mardiana, kakak saya Yuni Rahmi, S.farm.,Apt dan keluarga besar alm.Taharuddin yang selalu memotivasi dan memberikan dukungan baik berupa moril maupun materil hingga saat ini.
4. Bapak Giri selaku Ka.Laboratorium BPTP Pekanbaru yang membantu saya meminjamkan alat pengukur pH dan juga pembacaan data Uv-Vis.
5. Unit laboratorium Terpadu Universitas Diponegoro yang telah membantu saya dalam pembacaan data SEM-EDX, XRD dan FTIR.
6. Koordinator Migas Center Ibu H. Fitrianti, S.T.,M.T dan juga teman-teman Migas Center yang selalu men-support saya baik itu secara moril maupun materil hingga saat ini.
7. Kakak-kakak, Abang-abang dan teman-teman anak bimbingan Ibu Dr.Mursyidah, M.Sc yang membantu saya dalam penggunaan alat dan juga sarana bertukar pikiran kepada saya sehingga penelitian saya jadi berjalan dengan lancar.

8. Seluruh teman-teman Teknik Perminyakan angkatan 2016 terkhusus angkatan 2016 kelas C (PETROLEC) yang telah memberi semangat kepada saya dan sama-sama berjuang dari pertama kuliah.
9. Teman-teman Manis Manja Squad (MMS) yang selalu mendukung dan memberi motivasi disaat semangat saya mengerjakan skripsi sudah mulai kendor.

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

Pekanbaru, 21 Januari 2021



Muhammad Fadly

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....</b>	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR SINGKATAN.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR SIMBOL.....</b>	<b>xiii</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>xiv</b>
<b>ABSTRACK .....</b>	<b>xv</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 LATAR BELAKANG .....	1
1.2 TINJAUAN PENELITIAN.....	2
1.3 MANFAAT PENELITIAN.....	3
1.4 BATASAN MASALAH.....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>4</b>
2.1 STATE OF THE ART .....	4
2.1 FLUIDA PEMBORAN.....	5
2.1.1 Kandungan Fluida Pemboran.....	5
2.2 KOROSI.....	6
2.2.1 Faktor Penyebab Korosi.....	6
2.2.2 Jenis-jenis Korosi .....	7
2.2.3 Cara Pencegahan Korosi.....	8



2.3	GRAPHENE OXIDE PADA BATERAI Zn-C.....	8
2.3.1	Nanopartikel Karbon dan <i>Graphene Oxide</i> .....	8
2.3.2	Metode <i>Liquid Phase Exfoliation</i> .....	9
<b>BAB III METODELOGI PENELITIAN.....</b>		<b>10</b>
3.1	URAIAN METODELOGI PENELITIAN.....	10
3.2	DIAGRAM ALIR PENELITIAN.....	11
3.3	ALAT, BAHAN DAN PROSEDUR.....	12
3.3.1	Alat dan Bahan Penelitian.....	12
3.3.2	Sintesis <i>Graphene Oxide</i> .....	16
3.3.3	Persiapan Larutan Korosif.....	17
3.3.4	Pelapisan Logam .....	17
3.3.4	Pembuatan Larutan <i>Coating</i> .....	17
3.3.5	Prosedur Pengujian Korosi .....	18
3.4	TEMPAT PENELITIAN .....	19
3.5	JADWAL KEGIATAN PENELITIAN .....	19
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>		<b>20</b>
4.1	KARAKTERISTIK NANOPARTIKEL KARBON.....	20
4.1.1	Karakteristik Uv-Vis .....	20
4.1.2	Karakteristik FTIR.....	21
4.1.3	Karakteristik XRD.....	22
4.1.4	Karakteristik SEM-EDX.....	23
4.2	PERHITUNGAN LAJU KOROSI .....	25
4.2.1	Menghitung Laju Korosi Tanpa Menggunakan Coating .....	25
4.2.2	Menghitung Laju Korosi Dengan Penambahan Coating Resin Epoxy .....	27

4.2.3 Menghitung Laju Korosi Dengan Penambahan Coating Resin  
Epoxy + *Graphene Oxide*..... 28

**BAB V KESIMPULAN DAN SARAN..... 31**

5.1 KESIMPULAN ..... 31

5.2 SARAN ..... 31

**DAFTAR PUSTAKA..... 32**

**LAMPIRAN..... 35**



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian . . . . .	11
Gambar 3.2 Alat Sonikasi . . . . .	12
Gambar 3.3 Timbangan Digital . . . . .	12
Gambar 3.4 <i>Sieve</i> . . . . .	13
Gambar 3.5 Oven. . . . .	13
Gambar 3.6 <i>Spektofotometer UV-Vis</i> . . . . .	13
Gambar 3.7 Gelas Ukur . . . . .	14
Gambar 3.8 Blender . . . . .	14
Gambar 3.9 <i>Filter Paper</i> . . . . .	14
Gambar 3.10 Jangka Sorong . . . . .	15
Gambar 3.11 pH Meter . . . . .	15
Gambar 3.12 Batang Karbon Baterai Zn-C. . . . .	15
Gambar 4.1 Grafik Hasil Analisis UV-VIS <i>Graphene Oxide</i> . . . . .	22
Gambar 4.2 Grafik Hasil Analisis FTIR <i>Graphene Oxide</i> . . . . .	23
Gambar 4.3 Grafik Hasil Analisis XRD <i>Graphene Oxide</i> . . . . .	24
Gambar 4.4 Grafik Hasil Analisis SEM <i>Graphene Oxide</i> . . . . .	25
Gambar 4.5 Grafik Hasil Analisis EDX <i>Graphene Oxide</i> . . . . .	26

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Skema Percobaan .....	18
Tabel 3.2 Jadwal Kegiatan Penelitian .....	20
Tabel 4.1 Laju Korosi Tanpa Menggunakan Coating .....	27
Tabel 4.2 Laju Korosi Dengan Menggunakan Coating Resin Epoxy .....	28
Tabel 4.3 Laju Korosi Dengan Menggunakan Coating Resin Epoxy + 5 gr <i>Graphene Oxide</i> .....	29





## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Tabel IR .....	35
Lampiran 2 Data Kuantitative SEM-EDX .....	36
Lampiran 3 Data Proses XRD .....	37
Lampiran 4 pH Air yang Digunakan .....	38
Lampiran 5 Pengendapan GO Selama 24 Jam .....	39
Lampiran 6 Proses Sonikasi .....	40
Lampiran 7 Hasil Perendaman Besi 3, 6 dan 9 Hari Tanpa Coating .....	40
Lampiran 8 Hasil perendaman Besi 3, 6, dan 9 Hari dengan Coating Resin Epoxy .....	41
Lampiran 9 Hasil Perendaman Besi 3, 6 dan 9 hari dengan Coating Resin Epoxy + GO .....	42
Lampiran 10 Keabsahan Data Dari UNDIP .....	43

## DAFTAR SINGKATAN

pH	<i>Power of Hydrogen</i>
SEM	<i>Scanning Electron Microscope</i>
EDX	<i>Energy Dispersive X-Ray Analyzer</i>
FTIR	<i>Fourier Transform Infrared Spectroscopy</i>
Uv-Vis	<i>Spektrofotometer Ultra Violet-Visible</i>
GO	<i>Graphane Oxide</i>
XRD	<i>X-Ray Difrraction</i>



## DAFTAR SIMBOL

CR	<i>Corrosion Rate</i> (Laju Korosi)
A	luas area
cm <sup>2</sup>	centi meter persegi
D	massa jenis
mmpy	<i>mili meter per-year</i>
mm	mili meter
gr	gram
C	carbon
cm	centi meter
T	temperatur
t	<i>time</i>
keV	<i>kilo-electron Volt</i>
cps	<i>counting rate</i>
kHz	kilo hertz



**SINTESIS GRAPHENE OXIDE DENGAN METODE LIQUID PHASE  
EXFOLIATION UNTUK PEMANFAATAN DALAM  
PENANGGULANGAN KOROSI PERALATAN PEMBORAN**

**MUHAMMAD FADLY**

**163210358**

**ABSTRAK**

Peralatan pemboran di industri migas yang didominasi oleh besi, memungkinkan terjadinya korosi sangat besar apabila besi tersebut tidak di coating. Bagian-bagian peralatan pemboran yang perlu untuk di coating antara lain tubing, casing, pipe line dan bagian-bagian tangki yang memiliki bahan besi. Peralatan pemboran ini dapat berkarat salah satunya disebabkan oleh fluida pemboran yang berbasis air (*water base mud*), dimana fluida pemboran akan memiliki pH rendah yang disebabkan oleh tercampurnya fluida pemboran dengan gas seperti CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>S yang bersifat korosif. Pada penelitian ini telah dicoating sample besi dengan ukuran 3,5 cm x 3,5 cm x 0,12 cm, melalui dua jenis coating yaitu GO+resin epoxy dan coating resin epoxy tanpa GO dengan cara *dipping*. GO dalam penelitian ini telah disintesis dari bahan graphite baterai Zn-C dengan metode *liquid phase exfoliation*. Dimana metode ini dikenal mampu memisahkan lapisan graphite menjadi *Graphene Oxide*. Kedua sample coating ini dianalisis menggunakan larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dengan tiga variasi pH yang berbeda yaitu 2, 3 dan 4. Laju korosi setiap jenis pH dihitung menggunakan rumus *corrosion rate*. Sehingga telah diuji nilai pengurangan berat kedua sample menggunakan tiga parameter waktu yaitu 3 hari (72 jam), 6 hari (144 jam) dan 9 hari (216 jam). Berdasarkan hasil pengujian berat terhadap sample besi didapatkan bahwa laju korosi sample menggunakan pH 2 yang dicoating dengan GO mampu mengurangi laju korosi sebesar 0,044 mmpy dibandingkan sample besi yang hanya dicoating dengan resin epoxy tanpa GO sebesar 0,092 mmpy. Keberhasilan penggunaan coating GO+resin epoxy mencapai 52%, sedangkan menggunakan coating resin epoxy saja hanya mencapai 25%. Untuk laju korosi dengan pH 3 didapatkan perbandingan penambahan GO dan tanpa GO sebesar 56% dan 19% dan pH 4 sebesar 57% dan tanpa GO 16%. Tidak direkomendasikan peralatan pemboran dari besi tanpa menggunakan coating karena dari hasil pengujian didapatkan laju korosinya sangat tinggi yaitu sebesar 0,124 mmpy.

**KATA KUNCI** : Resin Epoxy, *Graphene Oxide*, *Liquid Phase Exfoliation*, Graphit



**SYNTHESIS OF GRAPHENE OXIDE WITH THE LIQUID PHASE  
EXFOLIATION METHOD FOR UTILIZATION OF CORROSION  
TREATMENT OF DRILLING EQUIPMENT**

**MUHAMMAD FADLY**

**163210358**

**ABSTRACT**

*Drilling equipment in the oil and gas industry, which is dominated by iron, allows a very large corrosion if the iron is not coated. Parts of drilling equipment that need to be coated include tubing, casing, pipe line and tank parts that have iron material. One of the causes of this drilling equipment is water-based drilling fluid (water base mud), where the drilling fluid will have a low pH caused by mixing the drilling fluid with gases such as CO<sub>2</sub> and H<sub>2</sub>S which are corrosive. In this study, iron samples with a size of 3.5 cm x 3.5 cm x 0.12 cm were coated through two types of coating, namely GO + epoxy resin and epoxy resin coating without GO by dipping. GO in this study has been synthesized from the graphite material of the Zn-C battery using the liquid phase exfoliation method. Where this method is known to be able to separate the graphite layer into Graphene Oxide. These two coating samples were analyzed using H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> solution with three different pH variations, namely 2, 3 and 4. The corrosion rate of each type of pH was calculated using the corrosion rate formula. So that the weight reduction value of the two samples has been tested using three time parameters, namely 3 days (72 hours), 6 days (144 hours) and 9 days (216 hours). Based on the results of heavy testing of iron samples, it was found that the corrosion rate of samples using pH 2 coated with GO was able to reduce the corrosion rate by 0.044 mmpy compared to iron samples which were only coated with epoxy resin without GO of 0.092 mmpy. The success of using GO + epoxy resin coatings reached 52%, while using epoxy resin coatings only reached 25%. For the corrosion rate with pH 3, the ratio of the addition of GO and without GO is 56% and 19% and pH 4 is 57% and without GO 16%. It is not recommended to use iron drilling equipment without using a coating because the test results show that the corrosion rate is very high, namely of 0.124 mmpy.*

**KEY WORDS:** *Epoxy Resin, Graphene Oxide, Liquid Phase Exfoliation, Graphit*



# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 LATAR BELAKANG

Dalam proses pemboran, peralatan-peralatan pemboran di dominasi oleh penggunaan besi seperti tubing, casing, pipe line dan tanki-tanki penyimpanan. Peralatan-peralatan tersebut dapat terkena korosi apabila tidak dilakukan pelapisan anti korosi ketika bersentuhan langsung dengan udara, fluida pemboran yang memiliki pH rendah, laju air yang kuat maupun dengan hydrocarbon. (Setiawan et al. 2018)

Fluida pemboran dengan pH rendah yang disirkulasikan dalam waktu yang cukup lama akan mempercepat terkikisnya logam pada peralatan pemboran tersebut. Begitu juga tekanan yang dipompakan oleh lumpur pemboran yang membuat dinding-dinding pipa terkikis yang mempercepat peralatan pemboran mengalami percepatan korosi (Teuku A, komalasari 2011). Fluida pemboran biasanya cenderung menunjukkan efek korosif yang kuat pada suhu yang tinggi dan tekanan tinggi maka dari itu harus di lakukan treatment dengan cara pelapisan besi dengan anti korosi.

Didalam reservoir banyak terkandung gas-gas yang dapat menyebabkan fluida pemboran yang di injeksikan akan menjadi sangat korosif dengan beberapa jenis seperti *Sweet Corrosion* Karbon dioksida dapat mengakibatkan terjadinya korosi yang menyebabkan terbentuknya *deep pitting*. Tanpa adanya air, CO<sub>2</sub> tidak korosif. Akan tetapi jika ada air, maka CO<sub>2</sub> akan larut dan membentuk asam karbonat. Asam karbonat akan menyebabkan menurunnya pH dan bersifat sangat korosif pada besi. *Sour Corrosion* Disebabkan oleh adanya H<sub>2</sub>S dan air. Tanpa adanya air H<sub>2</sub>S tidak korosif. Tetapi jika ada air, maka H<sub>2</sub>S akan terionisasi dan menjadi bersifat korosif (Atmadja et al. 2010).

Dalam sekali pengeboran banyak biaya yang dibutuhkan untuk menyewa peralatan pemboran, satu hal yang menyebabkan produksi menurun akibat dari peralatan yang tidak selamanya baik dan tahan lama terhadap korosi. Hal ini disampaikan dalam kuliah tamu dengan tema *Problems and Corrosion Control in Oil and Gas Pipeline* di Aula Oedjo Djoeriman Teknik Kimia ITS.

Peralatan pemboran yang secara konvensional dilapisi dengan cat dan juga powdering. Seiring dengan perkembangan teknologi sejak ditemukan oleh A.K Geim dan Novoselov K.S dari *University of Manchester* bahwa GO sangat berpotensi untuk menanggulangi korosi karena sifat graphene yang sangat baik, termasuk impermeabel dimana suatu lapisan yang tidak memungkinkan cairan dan gas untuk melewatinya, fleksibilitas yang memungkinkannya untuk menyesuaikan ke lingkungan permukaan logam dan GO tersebut memiliki sifat hidrofobik yang menyebabkan logam memiliki sifat yang nampaknya ditolak oleh massa cair, jadi digunakan *graphene okside* sebagai lapisan anti korosi (Ollik and Lieder 2020).

Salah satu inovasi metode yang digunakan untuk sintesis GO oleh peneliti sebelumnya adalah *Liquid Phase Exfoliation* (LPE). Metode ini dikenal efisien, murah, dan sederhana atau mudah digunakan. Seperti diketahui dalam metode LPE yang memanfaatkan sinaran gelombang ultrasonic dan hanya menambahkan surfaktan untuk mengurangi ikatan *van der Waals* dalam memecahkan lapisan *graphite* dan tidak memerlukan biaya yang besar, dibandingkan dengan metode *Chemical Vapour Deposition* (CVD) (Dinata et al. 2018) .(Zhou et al. 2014) (Hafizah 2017) .

Bahan dasar pembuatan GO adalah *graphite*. Disini peneliti menggunakan bahan baku *graphite* dari limbah baterai Zn-C. didalam limbah baterai terdapat batang karbon yang kandungan *graphite*-nya tinggi sehingga bisa digunakan sebagai bahan baku pembuatan GO (Mezei 2011). Pemanfaatan limbah baterai menjadi material yang berteknologi tinggi dapat mengurangi pencemaran lingkungan jika limbah baterai ini dibuang ke sembarang tempat . (Wilda Tri Farizqi, Udisubakti Ciptomulyono 2012)

## 1.2 TINJAUAN PENELITIAN

Tujuan dari penelitian Tugas Akhir ini diantaranya adalah:

1. Sintesis dan mengkarakterisasi nanopartikel karbon menggunakan metode *liquid phase exfoliation*,
2. Menganalisis pengaruh nanopartikel karbon GO terhadap korosi pada peralatan pemboran.

### 1.3 MANFAAT PENELITIAN

Dilakukannya penelitian Tugas Akhir ini yang memanfaatkan bahan limbah yang tidak terpakai yaitu baterai bekas sebagai bahan dasar pembuatan GO sebagai inovasi baru di dalam bidang perminyakan untuk mengurangi percepatan terjadinya korosi pada alat pemboran dan juga GO ini dapat mengurangi limbah pada lingkungan. nantinya resin epoxy + GO ini akan memaksimalkan kerja dari pelapisan yang nantinya akan menambah umur dari suatu peralatan pemboran agar tidak cepat terjadi korosi.

### 1.4 BATASAN MASALAH

Untuk mendapatkan hasil yang di harapkan, pemfokusan penelitian ini tentang sintesis nanopartikel karbon menggunakan metode *liquid phase exfoliation* dengan skala laboratorium dan pengaplikasiannya terhadap korosi pada peralatan pemboran dengan variasi waktu pengukuran laju korosi dan juga pemfokusan terhadap perbedaan pH.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### Al Qur'an Surat Al Rum 41

لِيَذِقَهِمْ بَعْضَ الَّذِي ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ  
عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ

"Telah tampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia; Allah menghendaki agar mereka merasakan sebagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar). (41)

#### 2.1 STATE OF THE ART

Dalam penelitian yang dilaksanakan oleh (Rafitasari et al. 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*.

Pada penelitian yang dilakukan oleh (Rochmat et al. 2017) Komposisi silika dengan getah flamboyan yang digunakanyaitu 60 :40, dengan konsentrasi waterglass yaitu 30%. Pembuatan materal coating tersebut dengan cara memadukan silika yang berasal dari waterglass dan getah flamboyan kemudian dilakukan pencelupan baja dengan metode dip coating. Semakin kecil pH larutan, Laju korosi terbesar terjadi padalarutan asam sulfat dengan nilai 0.00348 g/cm<sup>2</sup>.jam. Hasil yang diperoleh melalui penelitian ini, bahwa pengaruh asam, basa, dan garam menyebabkan laju korosi meningkat.



Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan permukaan sebelum *coating* baik dengan metode *sand blasting* maupun *powertool wire brush* dapat mempengaruhi ketahanan korosi logam baja. Penggunaan metode *sand blasting* menyebabkan terbentuknya profil permukaan yang lebih kasar dibandingkan dengan metode *powertool wire brush*. Dengan tingkat kekasaran yang tinggi menyebabkan daya adhesi cat lebih baik sehingga ketahanan korosi menjadi lebih tinggi. Peningkatan konsentrasi larutan asam sulfat menyebabkan laju korosi baja karbon tercoating *zinc fosfat* menjadi lebih tinggi. selain itu, meningkatnya tebal lapisan *coating* menyebabkan laju korosi baja karbon menurun. (Setiawan, Dewi, and Mukhlis 2019)

Penelitian yang dilakukan oleh Afifi, 2014. Di dalam penelitian tersebut, *graphite powder* divariasikan sebesar 1, 3, 5% dalam pembuatan *Metal Matrix Composite* yang kemudian didapatkan hasil bahwa semakin tinggi persen massa dari *graphite* akan meningkatkan *corrosion rate* dari *Metal Matrix Composite* tersebut. Penelitian tersebut adalah penggunaan *zinc graphite powder* untuk pembuatan *Metal Matrix Composite* (MMC). Dan *corrosion rate* yang paling baik adalah pada pencampuran *graphite* dengan massa 1% dibandingkan dengan pure *zinc* dan perbandingan massa *graphite* lainnya. (Afifi 2014).

## 2.2 FLUIDA PEMBORAN

Cairan yang terdiri dari berbagai campuran material seperti komponen cair, komponen padat dan komponen pengontrol (aditif) biasa disebut sebagai fluida pemboran. Komponen aditif yang tugasnya mengontrol sifat-sifat fluida pemboran seperti viskositas, densitas, *filtration loss*, dan lain-lain. Semakin banyak jumlah ion elektrolit didalam lumpur atau semakin tinggi konduktivitas lumpur semakin besar laju korosi yang berada pada kondisi asam. (Lummus, 1986). (Suhascaryo, Rubiandini, & Handayani, 2001).



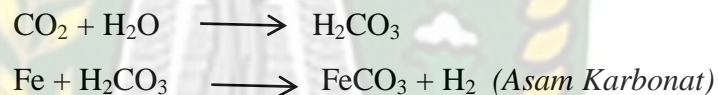
## 2.3 KOROSI

### 2.2.1 FAKTOR PENYEBAB KOROSI

Proses degradasi/ deteriosasi/ perusakan material yang disebabkan pengaruh lingkungan yang bersifat kimia, fisis dan biologis disebut dengan korosi, hal yang berkaitan dengan definisi korosi yang perlu dipahami biasanya adalah reaksi korosi hidrogen sulfida pada besi adalah sebagai berikut :



Bentuk korosi kedua yang sering terjadi adalah korosi karbon dioksida (CO). Tipe korosi ini ditandai dengan terbentuknya asam karbonat  $\text{H}_2\text{CO}_3$  yang selanjutnya akan bereaksi dengan baja.



Penurunan mutu disini dikatakan bahwa korosi adalah suatu proses yang tidak diinginkan oleh perusahaan migas. Reaksi yang dihasilkan bukan hanya reaksi kimia saja bahkan juga reaksi elektrokimia karena bahan-bahan yang berkaitan terjadi perpindahan elektron. Reaksi kimia ialah reaksi yang menggabungkan antara unsur-unsur maupun senyawa sederhana yang membentuk senyawa kompleks atau reaksi penguraian senyawa kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana.

Lingkungan yang dimaksud disini adalah semua hal yang berkaitan atau terkontaminasi disekitar logam pada saat reaksi korosi berlangsung. Pada saat proses korosi, logam mengalami reaksi oksidasi yang mengakibatkan logam menjadi terurai menjadi ion dan elektron (Sari and Dwiyati 2015)

### 2.2.2 Jenis-Jenis Korosi

Tipe-tipe korosi di lapangan minyak pada umumnya diklasifikasikan sebagai berikut:

1. *Uniform Corrosion*

Korosi yang biasanya disebabkan oleh kontaminasi udara di luar permukaan logam yang berbentuk pengikisan permukaan logam secara merata sehingga ketebalan logam berkurang disebabkan terkonversinya produk karat.

2. *Pitting Corrosion*

Korosi yang disebabkan hancurnya film dari proteksi logam berbentuk lubang-lubang yang disebabkan oleh laju korosi yang berbeda di setiap tempatnya pada suatu permukaan logam.

3. *Stress Corrosion Cracking*

Kombinasi antara tegangan tarik menarik dan juga lingkungan yang korosif dapat menyebabkan suatu logam membentuk retakan-retakan yang tidak mudah dilihat yang terbentuk dipermukaan logam dan mencoba merambat ke dalam.

4. *Erosion Corrosion*

Korosi yang disebabkan oleh laju alir fluida didalam pipa yang sangat kuat atau juga terjadinya abrasi pasir yang mengakibatkan terkikisnya film-film pelindung logam. (Halimatuddahlia 2003)

5. *Crevice Corrosion*

Korosi yang terjadi pada sambungan antara dua pipa, sela-sela pipa ataupun sekrup penyambung pipa dimana logam tersebut tertumpuknya kotoran-kotoran endapan atau dari produk-produk karat.

6. *Selective Leaching*

Korosi yang berhubungan antara terlepasnya satu elemen dari suatu campuran logam, seperti desinification yang melepaskan zinc dari paduan tembaga.

### 7. *Galvanic Corrosion*

korosi yang disebabkan oleh penggabungan antara dua jenis logam yang berbeda potensial yang menyebabkan korosinya tidak terjadi secara merata. (Irwanto 2013)

### 2.2.3 Cara Pencegahan Korosi

Pada penelitian ini cara yang akan dipakai untuk pencegahan korosi adalah dengan cara coating/pelapisan dengan cara di cat menggunakan teknik celup (*dipping*). Nantinya akan dilakukan pengaliran terus-menerus pada sample pipa yang dialirkan oleh air formasi lapangan X dan dilihat pada waktu berapa pipa akan mengalami korosi untuk pertama kali. Dan nantinya akan dibandingkan *tubing* yang di lapisi *grapheme oxide* dan yang tidak mengandung *graphene oxide* .(Rochmat, Liantony, and Septiananda 2019)

Resin epoksi adalah zat antara reaktif yang bisa bersifat cair atau padat dan diubah menjadi lapisan akhir melalui reaksi dengan agen *curing* (pengeras).Komponen inti dari sistem pelapis resin epoksi adalah resin epoksi dan zat curing atau pengeras.Meskipun resin dan zat pengawet umum untuk semua pelapis epoksi, bahan lainnya digabungkan untuk mencapai karakteristik reologi yang diinginkan, kecepatan penyembuhan, dan kinerja film. Agen *curing* berfungsi dengan mereaksikan dengan kelompok tertentu dalam molekul resin epoksi untuk menghasilkan jaringan polimer tiga dimensi yang tidak dapat menyebar (Koleske 2012) 87-92

## 2.4 GRAPHENE OXIDE PADA BATERAI Zn-C

### 2.3.1 Nanopartikel Karbon dan *Graphene Oxide*

Nanopartikel merupakan material atom/ molekul yang direkayasa dalam ukuran nanometer, yang biasanya berukuran kisaran dari 100-1 nanometer.(Mursyidah, Adi Novriansyah, Novia Rita 2015)

*Graphene Oxide* (GO), adalah kisi kristal karbon sarang lebah dua dimensi, satu atom karbon tunggal allotrope dibentuk oleh atom karbon  $SP^2$  yang terkemas ketat . Karena elektron bebas, ia memiliki elektron yang tinggi



mobilitas ( $250.000 \text{ cm}^2 / \text{V}$ ), transportasi balistik, dan efek ruang kuantum pada suhu kamar. Ini dianggap sebagai bahan tertipis di dunia, serta transparan (transparansi optik:  $\sim 97,7\%$ ), fleksibel dan impermeable, dan 200 kali lebih kuat dari baja. Selain itu, ia memiliki tinggi kekuatan mekanik 1100 GPa (modulus Young) dan kekuatan putus 125 GPa, yang dekat dengan karbon nanotube, yang 100 kali lebih besar dari selebar baja dengan ketebalan yang sama. Munculnya graphene dengan sifat unik ini meningkatkan kemungkinan pengembangan bahan tahan korosi yang kuat untuk melindungi tembaga dari kerusakan akibat korosi di bawah kondisi lingkungan yang ketat. (Kiran et al. 2017) (Pérez et al. 2019)

### 2.3.2 Metode *Liquid Phase Exfoliation*

Metode *liquid phase exfoliation* adalah metode yang sangat baik untuk pemisahan *graphene* pada batang batrai Zn-C dengan menggunakan metode surfaktan. Metode ini sangat baik digunakan karena cukup menarik untuk dipelajari karena efisien, murah dan sederhana dengan hasil yang maksimal. Semakin besar konsentrasi surfaktan yang digunakan maka semakin tipis lembar *grapheme* yang didapatkan, sebaliknya, semakin kecil konsentrasi surfaktan yang digunakan maka semakin tebal lembar *grapheme* yang didapatkan. (Wang et al. n.d.) Lapisan nano graphene juga mencegah oksidasi, di mana partikel nano akan menggantikan karat dan pernis karbon yang akan membuat baja menjadi tahan lama dan juga mengurangi laju alir korosinya (Taha and Lee 2015) Puncak diamati pada panjang gelombang antara 230 nm sampai 310 nm yang merupakan karakteristi *graphene oxide* atau *graphene multilayer*. Sintesis menggunakan LPE dilakukan dengan cara mencampur serbuk graphite ke dalam larutan surfaktan anionik yang kemudian didiamkan satu malam. Surfaktan akan bekerja selama satu malam agar didapatkan material grapheme.(Sartini 2019) . Proses sonikasi yang dilakukan terdapat gaya pengikisan dan kavitasi yang menyebabkan kemunculan dan pemecahan gelembung berukuran mikrometer. Hal ini mengakibatkan eksfoliasi pada material yang berukuran besar (*bulk*). (Ciesielski and Samorì 2014) (range sonikasi untuk sintesis GO)

## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

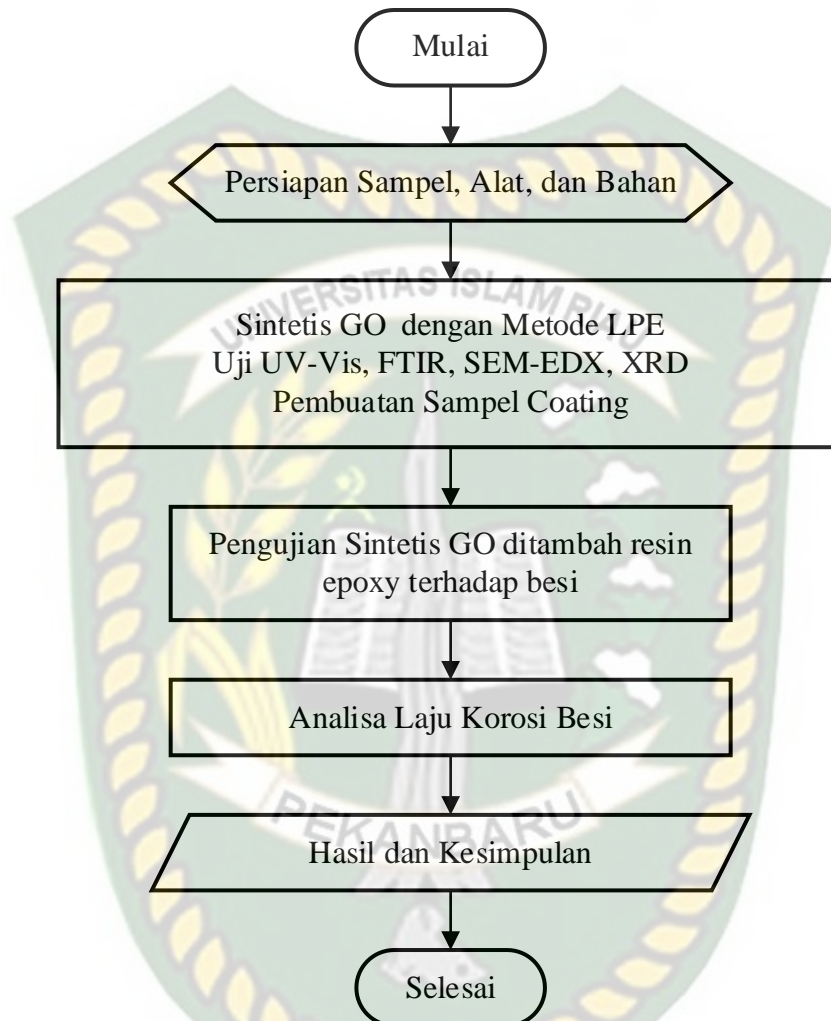
### 3.1 URAIAN METODOLOGI PENELITIAN

Pada penelitian ini metode *experiment* adalah metode yang akan di pakai oleh peneliti untuk melaksanakan Tugas Akhir ini. Metode untuk mengetahui kandungan GO pada baterai Zn-C adalah metode *liquid phase exfoliation*, dan untuk menguji efektifitas dari hasil sintesis GO digunakan metode *Scanning Electron Microscope* (SEM-EDX), Spektrofotometer Uv-Vis, FTIR dan XRD.

Penelitian laboratorium, buku, referensi jurnal dan makalah yang sesuai topik penelitian adalah teknik pengumpulan data yang termasuk data primer pada penelitian ini. Setelah didapatkan hasil, maka dilakukan evaluasi data untuk dilakukannya analisa yang mengarah kepada kesimpulan dan tujuan dari penelitian.



## 3.2 DIAGRAM ALIR PENELITIAN



Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian

### 3.3 ALAT, BAHAN DAN PROSEDUR

#### 3.3.1. ALAT DAN BAHAN PENELITIAN

Alat yang akan digunakan didalam penelitian:

1. Alat sonikasi

Berfungsi sebagai alat utama untuk mensintesis *Graphite Baterai Zn-C* ke *Graphene Oxide (GO)*.



**Gambar 3.2.** Alat sonikasi

2. Timbangan digital

Berfungsi untuk menimbang bahan penelitian.



**Gambar 3.3.** Timbangan Digital

3. Pisau

Berfungsi untuk membuka serbuk grafit dari baterai bekas dan mengahluskan grafit.

4. *Sieve*

Berfungsi untuk menyaring sampel grafit agar mendapatkan ukuran yang seragam.



**Gambar 3.4.** *Sieve*

5. *Oven*

Berfungsi untuk mengeringkan sampel GO.



**Gambar 3.5.** *Oven*

6. *Spektrofotometer UV-Vis*

Berfungsi untuk menguji nilai absorbansi sampel GO.



**Gambar 3.6.** *Spektrofotometer UV-Vis*

7. Gelas Ukur 250 ml

Berfungsi untuk menampung larutan hasil sintesis *GO*.



**Gambar 3.8.** Gelas Ukur

8. Blender

Berfungsi untuk menghaluskan batang carbon baterai Zn-C.



**Gambar 3.9.** Blender

9. *Filter Paper*

Berfungsi sebagai filter pemisah antara endapan *GO* dan larutan.



**Gambar 3.10.** *Fiter Paper*

### 10. Jangka Sorong

Berfungsi untuk mengukur P x L x T plat baja untuk sample uji.



**Gambar 3.11.** Jangka Sorong

### 11. PH Meter

Berfungsi untuk mengetahui berapa kandungan asam pada larutan korosif



**Gambar 3.12.** PH Meter

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah:

1. Batang Karbon Baterai Zn-C



**Gambar 3.13.** Batang Karbon Baterai Zn-C



2. Surfaktan
3. Aquadest
4. Hasil sintesis GO
5. *Resin Epoxy*
6. Type Grade Material Tubing Dari BOB PT. BSP Pertamina Hulu Lapangan X
7. Air Formasi dengan olahan bahan kimia dengan ph 2,3 dan 4

### 3.3.2. Sintesis *GO* dari Batang Karbon Menggunakan Metode *liquid phase exfoliation*

1. Mengambil *sample* batang karbon, hancurkan menggunakan blender hingga menjadi serbuk karbon.
2. Sieve 400 ASTM serbuk batang karbon yang telah dihaluskan
3. Menyiapkan alat dan bahan yang akan digunakan dalam pembuatan larutan.
4. Melakukan kalibrasi untuk menimbang bahan pada neraca digital.
5. Menimbang massa serbuk karbon baterai sebesar 0,5 gram menggunakan neraca digital.
6. Menimbang massa detergen/surfaktan seberat 0.5 gram.
7. Mengukur aquades sebanyak 100 ml menggunakan gelas ukur.
8. Memblender ke-3 larutan tersebut selama 5 menit.
9. Sampel yang sudah tercampur disonikasi selama 4 jam dengan frekuensi 40 kHz.
10. Setelah sampel disonikasi kemudian didiamkan selama 24 jam.
11. Setelah diendapkan, larutan dipisahkan dari endapan menggunakan kertas filter.
12. Endapan yang telah dipisahkan, dimasukkan kedalam oven  $\pm 30$  menit hingga menjadi serbuk kering.
13. Melakukan Karakteristik dari *Graphene Oxide* dengan cara uji :

- a. SEM untuk melihat morfologi dan EDX digunakan untuk melihat komposisi dari sampel, pengujian ini dilakukan di (Lab Terpadu UNDIP)
- b. Pengujian UV-Vis untuk mengukur transmittan atau absorban sampel, pengujian ini dilakukan di di (BPTP Pekanbaru)
- c. Pengujian Spektrofotometer FTIR dilakukan di Lab Terpadu UNDIP guna melihat informasi berupa ikatan kimia yang terdapat pada sampel GO.
- d. Pengujian XRD untuk mengkarakterisasi struktur Kristal pada sampel, pengujian ini dilakukan di (Lab Terpadu UNDIP).

### 3.3.3. **Persiapan Larutan Korosif**

Larutan yang digunakan larutan kimia  $H_2SO_4$  dengan pH 2,3 dan 4 air ini telah diuji komposisinya untuk mendapatkan data pH, temperatur, ion dan data lainnya. Larutan yang digunakan sebanyak 100ml/botolnya.

### 3.3.4. **Pelapisan Logam**

Untuk sampel pertama tanpa menggunakan coating kemudian untuk sampel ke dua dengan penambahan epoxy dengan cara dicelupkan (*Dipping*), untuk sampel ke tiga sama proses nya dengan sampel ke dua, hanya saja ditambahkan GO pada larutan epoxy. (Afandi, Arief, and Amiadji 2015) (Ramadian et al. 2012)

### 3.3.5. **Pembuatan Material Coating**

Material *coating* yang digunakan pada pengujian di Tugas Akhir ini ada sembilan sampel yaitu :

Tabel 3.1 Skema Percobaan

NO	Sampel	pH Air Formasi	Pengujian Hari Ke-		
			Ke - 3	Ke - 6	Ke- 9
1	Tanpa Coating	2	0,148	0,120	0,104
		3	0,114	0,094	0,093
		4	0,094	0,088	0,088
2	Coating Epoxy	2	0,105	0,087	0,083
		3	0,094	0,070	0,078
		4	0,091	0,063	0,072
3	Coating Epoxy + 50% GO	2	0,057	0,043	0,033
		3	0,052	0,029	0,025
		4	0,046	0,029	0,023

### 3.3.6. Prosedur Pengujian Korosi

Metode untuk menghitung laju korosi yang hilang adalah sebagai berikut : (Setiawan, Dewi, and Mukhlis 2019) (Hutauruk 2017)

$$CR = \frac{K.W}{D.A.t}$$

Keterangan :

CR = Corrosion Rate (Laju Korosi)

K = Konstanta Laju Korosi ( $8,46 \times 10^4$ )

T = Waktu dalam Jam

A = Luas Area Logam ( $\text{cm}^2$ )  
 $2x((p \times l) + (p \times t) + (l \times t))$

W = Selisih massa setelah dengan sebelum korosi (gr)

D = Massa Jenis ( $\text{g/cm}^3$ )

### 3.4 LOKASI PENELITIAN

Penelitian Tugas Akhir ini dilakukan pengujian Spektrofotometer Uv-Vis dilakukan di BPTP Pekanbaru dan FTIR, SEM-EDX, XRD dilakukan di laboratorium Terpadu Universitas Diponegoro.

### 3.5 JADWAL KEGIATAN PENELITIAN

**Tabel 3.2 Jadwal Kegiatan Penelitian**

KEGIATAN	Waktu Pelaksanaan (Bulan)					
	Tahun 2020					
	(1) Juli	(2) Agustus	(3) September	(4) Oktober	(5) November	(6) Desember
Studi Literatur						
Seminar Proposal						
Membuat GO						
Pengujian GO						
Pengujian Lapisan Coating						
Pengujian GO terhadap bahan baku (Besi & Baja)						
Analisa Data						
Sidang Tugas Akhir						



## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini akan menjelaskan hasil dan pembahasan mengenai hasil karakterisasi sintesis *Graphene Oxide* (GO) limbah karbon baterai menggunakan karakterisasi Uv-Vis untuk mengukur absorban suatu sampel, FTIR untuk mengetahui gugus fungsi yang ada pada sampel, karakterisasi SEM untuk melihat morfologi atau permukaan sampel, karakterisasi EDX untuk juga digunakan untuk memberikan identifikasi unsur dan informasi komposisi kuantitatif., dan XRD untuk melihat struktur kristal material. Serta pengujian *Corrosion Rate* untuk mengetahui berapa laju korosi pada besi yang telah dibuat dengan ukuran yang seragam dan kemudian di rendam dalam cairan dengan pH 2, 3 dan 4 dengan variable bebasnya yaitu tanpa coating, coating resin dan juga coating resin + GO dengan pengamatan waktu 3 hari, 6 hari dan 9 hari.

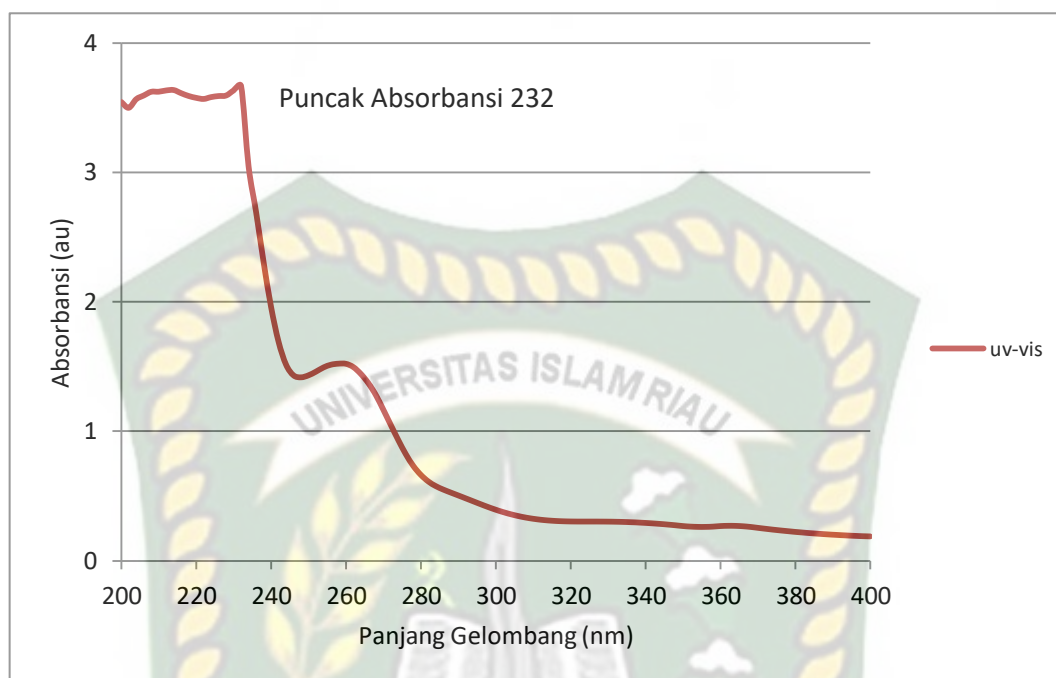
### 4.1 Karakterisasi Nanopartikel *Graphene Oxide*

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

#### 4.1.1 Karakterisasi UV-VIS (*Ultra Violet-Visible*)

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

Hasil pengujian Uv-Vis sampel *Graphene Oxide* dapat dilihat pada gambar 4.1 berikut,



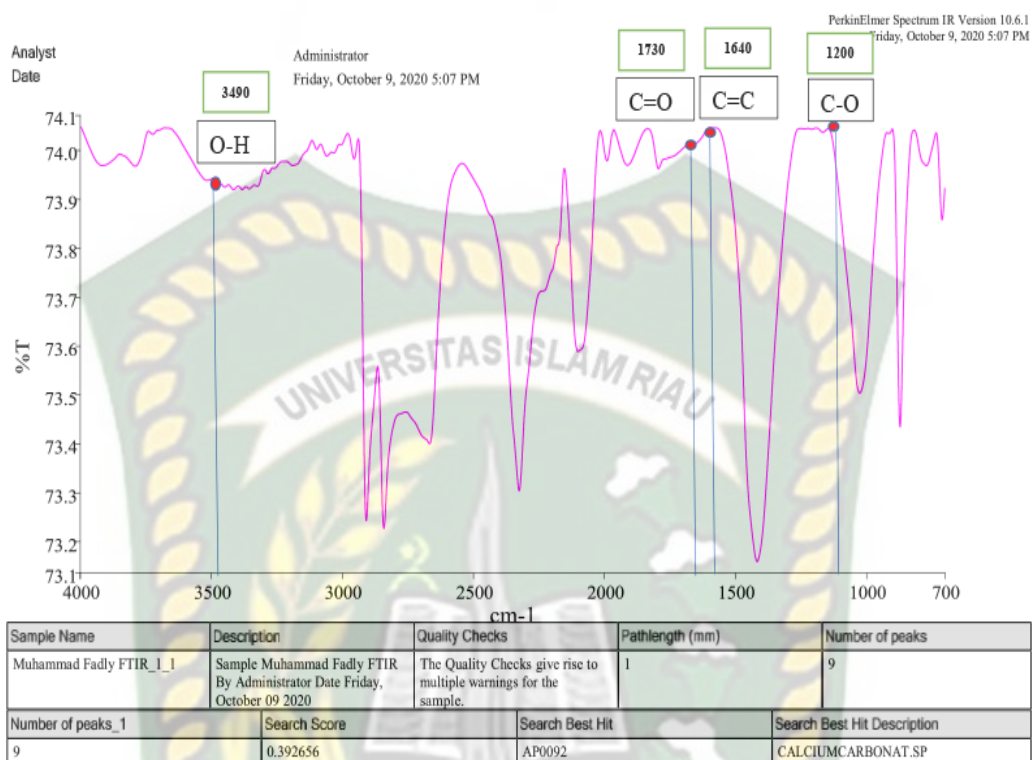
**Gambar 4. 1** Grafik hasil analisis Uv-Vis *Graphene Oxide*

Berdasarkan grafik tersebut didapatkan bahwa GO yang disintesis dengan metode LPE memiliki puncak gelombang absorbansi yang tinggi pada 232 nm dan absorbansi yang lemah pada 258 nm. Hasil penelitian ini telah memenuhi syarat absorbansi terbentuknya partikel GO, karena GO memiliki karakteristik absorbansi pada kisaran 230-310 nm. (Sartini 2019 ; Khairuzzaman 2016)

#### 4.1.2 Karakterisasi FTIR (*Fourier-transform Infrared Spectroscopy*)

Dalam bahasa Indonesia FTIR ini disebut juga bisa juga disebut dengan Spektroskopi Inframerah Transformasi Fourier. FTIR adalah sebuah teknik untuk memperoleh spectrum inframerah dari penyerapan atau emisi zat padat, cair, atau gas. Secara sederhananya, prinsip kerja FTIR adalah untuk mengidentifikasi senyawa, mendeteksi gugus fungsi, dan menganalisis campuran dan sampel yang dianalisis.

Spektrum transmansi IR sampel *Graphene Oxide* diperlihatkan pada gambar 4.2



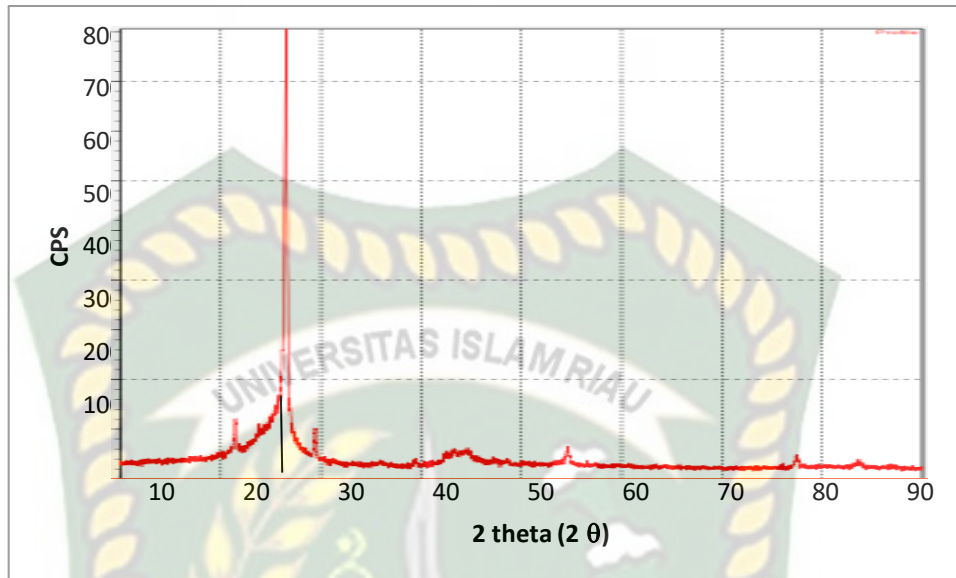
**Gambar 4. 2** Grafik Hasil Analisis FTIR *Graphene Oxide*

Syarat terbentuknya *Graphene Oxide* berdasarkan pembacaan data FTIR adalah adanya ikatan C-O, C=C, C=O dan O-H (Putra et al. 2018) dijelaskan pada gambar 4.2 bahwa titik merah C-O didapatkan pada puncak ke 1200, titik merah C=C didapatkan pada puncak ke 1640, titik merah C=O didapatkan pada puncak ke 1730 dan pada titik merah O-H didapatkan pada puncak ke 3490.

#### 4.1.3 Karakterisasi XRD (*X-ray diffraction*)

XRD adalah teknik non-destruktif untuk menganalisis struktur bahan kristalin atau semi-kristalin, Umumnya, grafit murni hanya menghasilkan satu peak yang sangat kuat dan tajam pada rentang  $2\theta = 26,37^\circ - 26,82^\circ$  (Bradder et al. 2011).

Hasil pembacaan dari XRD untuk penentuan *Graphene Oxide* terdapat pada Gambar 4.3



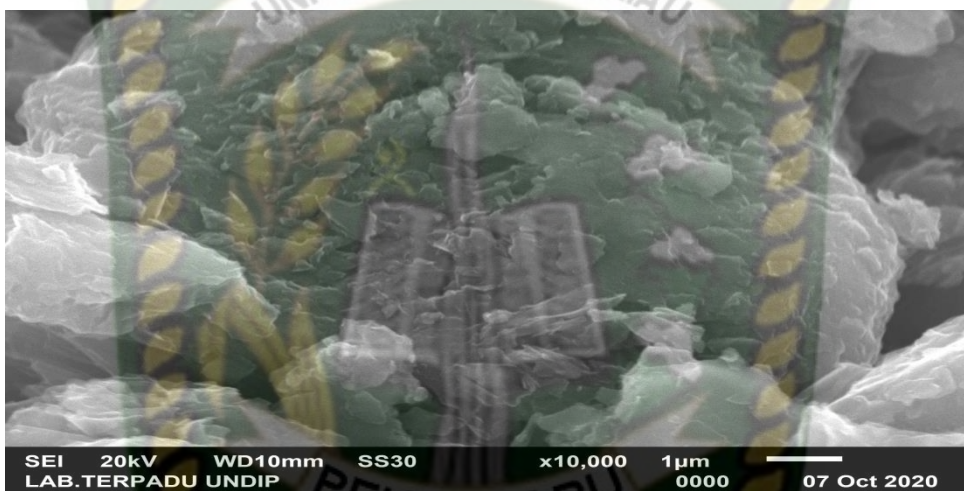
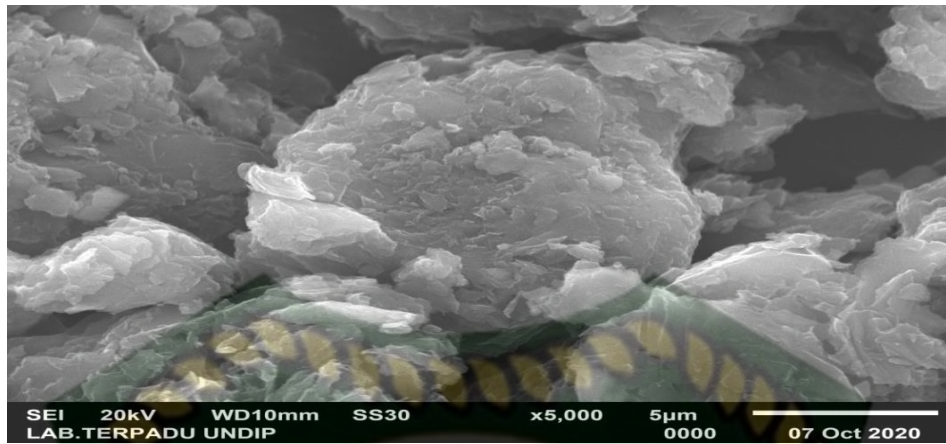
**Gambar 4. 3** Grafik Hasil Analisis XRD *Graphene Oxide*

Hasil difraktogram XRD pada gambar 4.3 menunjukkan bahwa graphene oxide dari baterai telah berhasil terbentuk. Penentuan ini berdasarkan karakteristik peak yang diperoleh sangat intens dan tajam pada  $2\theta = 26^\circ$ , yang menandakan sampel memiliki kristalinitas tinggi dengan struktur terorganisir.

#### 4.1.4 Karakterisasi SEM-EDX (*Scanning Electron Microscope - Energy Dispersive X-Ray Analyzer*)

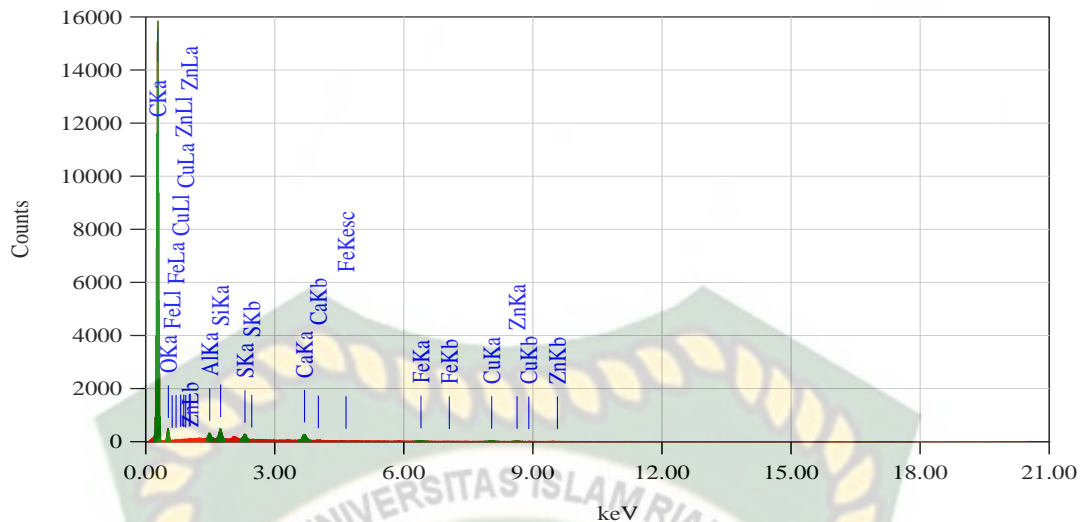
Dari gambar SEM hanya dapat menganalisis morfologi struktur GO. Bisa mengetahui tentang bentuk permukaan GO. Lembaran yang terkelupas dapat diamati melalui tipe struktur berlapis.





**Gambar 4. 4** Analisis SEM *Graphene Oxide*

Hasil analisa EDX (Gambar 4.5) terbaca puncak kehadiran unsur dari grafik analisa EDX hadir unsur Carbon (C) sebanyak 88,70% sebagai puncak tertinggi pada grafik, Puncak tertinggi dari grafik merupakan unsur utama yang terdapat pada sampel. Dari unsur-unsur tertentu yang hadir pada sampel akan disesuaikan terhadap rumus kimia mineral. Selanjutnya pada gambaran hasil analisa akan disesuaikan dengan bentuk kristal mineral.



**Gambar 4. 5** Grafik Hasil Analisis EDX *Graphene Oxide*

Identifikasi counting rate (cps) dengan Energy Range (keV) elementer unsur *Graphene Oxide* Baterai Zn-C menunjukkan bahwa didominasi unsur Carbon (C) yang memiliki massa dengan persentasi 88,70%, Oksigen (O) memiliki massa 9,17% dan beberapa unsur pengotor lainnya. (Sinuhaji and Fisika 2013)

## 4.2 Perhitungan Laju Korosi

Perhitungan laju korosi ini menggunakan tiga kali pengujian yaitu perendaman besi tanpa menggunakan coating, perendaman besi dengan menggunakan coating resin epoxy dan terakhir perendaman besi dengan menggunakan resin epoxy ditambah serbuk dari Graphene Oxide berbahan dasar baterai. Perendaman dilakukan dengan tiga ukuran pH yang berbeda-beda yaitu pH 2,3 dan 4.

### 4.2.1 Menghitung Laju Korosi Tanpa Menggunakan Coating

Perhitungan laju korosi pada penelitian ini menggunakan metode kehilangan berat. Formula untuk menghitung laju korosi dengan metode kehilangan berat adalah sebagai berikut :

$$CR = \frac{K.W}{D.A.t}$$

Contoh Perhitungan specimen besi :

$$W1 = 11,587 \text{ gr}$$

$$W2 = 11,561 \text{ gr}$$

$$D = 7,88 \text{ gr/cm}^3$$

$$A = 2x ((PxL)+(PxT)+(LxT))$$

$$T = 72 \text{ jam.}$$

$$K = 8,46 \times 10^4$$

$$CR = (K \times W) / (D \times (2x((PxL)+(PxT)+(LxT))) \times 72 \text{ jam})$$

$$CR = (8,46 \times 10^4 \times (11,587 - 11,561)) / (7,88 \times 2x((3,5 \times 3,5) + (3,5 \times 0,12) + (3,5 \times 0,12)) \times 72)$$

$$CR = 0,148 \text{ mmpy (millimeter per-years)}$$

sample	Ph Air	Berat Besi	pengujian hari ke - (CR)			rata-rata (mmpy)
			ke-3	ke-6	ke-9	
tanpa coating (TC)	2	11,587	0,148	0,120	0,104	<b>0,124</b>
	3	11,590	0,114	0,094	0,093	<b>0,100</b>
	4	11,938	0,094	0,088	0,088	<b>0,090</b>

**Tabel 4. 1 Laju Korosi Tanpa Menggunakan Coating**

Pada tabel diatas dapat kita ketahui laju korosi berdasarkan perbandingan pH dihitung setiap 3 hari sekali dan di hari terakhir dihitung rata-rata laju korosinya. Pada air dengan pH 2 berat besi 11,587 gr di hari ke tiga sudah menunjukkan pengurangan berat sebanyak 0,026 gr dengan laju korosi 0,148 mmpy, kemudian di hari ke-enam berkurang sebanyak 0,041 gr dengan laju korosi 0,120 mmpy dan di hari ke-sembilan berat besi berkurang sebanyak 0,055 gr dengan laju korosi 0,104 mmpy. Dengan rata-rata pengurangan laju korosi pada besi tersebut adalah 0,124 mmpy.

Selanjutnya pada pH 3 berat besi 11,590 gr di hari ke tiga sudah menunjukkan pengurangan berat sebanyak 0,020 gr dengan laju korosi 0,114 mmpy, kemudian di hari ke-enam berkurang sebanyak 0,033 gr dengan laju korosi



0,094 mmpy dan di hari ke-sembilan berat besi berkurang sebanyak 0,049 gr dengan laju korosi 0,093 mmpy. Dengan rata-rata pengurangan laju korosi pada besi tersebut adalah 0,100 mmpy.

Terakhir dengan pH 4 berat besi 11,938 gr di hari ke tiga sudah menunjukkan pengurangan berat sebanyak 0,017 gr dengan laju korosi 0,094 mmpy, kemudian di hari ke-enam berkurang sebanyak 0,032 gr dengan laju korosi 0,088 mmpy dan di hari ke-sembilan berat besi berkurang sebanyak 0,048 gr dengan laju korosi 0,088 mmpy. Dengan rata-rata pengurangan laju korosi pada besi tersebut adalah 0,090 mmpy.

#### 4.2.2 Menghitung Laju Korosi Dengan Penambahan Coating Resin Epoxy

sample	Ph Air	Berat Besi	pengujian hari ke - (CR)			rata-rata (mmpy)
			ke-3	ke-6	ke-9	
Coating Epoxy (CE)	2	11,342	0,105	0,087	0,083	<b>0,092</b>
	3	11,245	0,094	0,070	0,078	<b>0,081</b>
	4	11,568	0,091	0,063	0,072	<b>0,075</b>

**Tabel 4. 2 Laju Korosi Dengan Coating Resin Epoxy**

Pada tabel diatas dapat kita ketahui laju korosi berdasarkan perbandingan pH dihitung setiap 3 hari sekali dan di hari terakhir dihitung rata-rata laju korosinya. Pada air dengan pH 2 berat besi 11,342 gr di hari ke tiga sudah menunjukkan pengurangan berat sebanyak 0,018 gr dengan laju korosi 0,105 mmpy, kemudian di hari ke-enam berkurang sebanyak 0,030 gr dengan laju korosi 0,087 mmpy dan di hari ke-sembilan berat besi berkurang sebanyak 0,043 gr dengan laju korosi 0,083 mmpy. Dengan rata-rata pengurangan laju korosi pada besi tersebut adalah 0,092 mmpy.



Selanjutnya pada pH 3 berat besi 11,245 gr di hari ke tiga sudah menunjukkan pengurangan berat sebanyak 0,016 gr dengan laju korosi 0,094 mmpy, kemudian di hari ke-enam berkurang sebanyak 0,024 gr dengan laju korosi 0,070 mmpy dan di hari ke-sembilan berat besi berkurang sebanyak 0,040 gr dengan laju korosi 0,078 mmpy. Dengan rata-rata pengurangan laju korosi pada besi tersebut adalah 0,081 mmpy.

Terakhir dengan pH 4 berat besi 11,568 gr di hari ke tiga sudah menunjukkan pengurangan berat sebanyak 0,016 gr dengan laju korosi 0,091 mmpy, kemudian di hari ke-enam berkurang sebanyak 0,022 gr dengan laju korosi 0,063 mmpy dan di hari ke-sembilan berat besi berkurang sebanyak 0,038 gr dengan laju korosi 0,072 mmpy. Dengan rata-rata pengurangan laju korosi pada besi tersebut adalah 0,075 mmpy.

#### 4.2.3 Menghitung Laju Korosi Dengan Penambahan Coating Resin Epoxy + Graphene Oxide

Sample	Ph Air	Berat Besi	Pengujian Hari Ke - (Cr)			Rata-Rata (mmpy)
			Ke-3	Ke-6	Ke-9	
Coating Epoxy + 5 Gr GO	2	11,490	0,057	0,043	0,033	<b>0,044</b>
	3	11,339	0,052	0,029	0,025	<b>0,036</b>
	4	11,508	0,046	0,029	0,023	<b>0,032</b>

**Tabel 4. 3 Laju Korosi Dengan Coating Resin Epoxy + 5 gr Graphene Oxide**

Pada tabel diatas dapat kita ketahui laju korosi berdasarkan perbandingan pH dihitung setiap 3 hari sekali dan di hari terakhir dihitung rata-rata laju korosinya. Pada air dengan pH 2 berat besi 11,490 gr di hari ke tiga sudah menunjukkan pengurangan berat sebanyak 0,010 gr dengan laju korosi 0,057 mmpy, kemudian di hari ke-enam berkurang sebanyak 0,015 gr dengan laju korosi 0,043 mmpy dan di hari ke-sembilan berat besi berkurang sebanyak 0,017 gr dengan laju korosi 0,033 mmpy. Dengan rata-rata pengurangan laju korosi pada besi tersebut adalah 0,044 mmpy.

Selanjutnya pada pH 3 berat besi 11,339 gr di hari ke tiga sudah menunjukkan pengurangan berat sebanyak 0,009 gr dengan laju korosi 0,052 mmpy, kemudian di hari ke-enam berkurang sebanyak 0,010 gr dengan laju korosi 0,029 mmpy dan di hari ke-sembilan berat besi berkurang sebanyak 0,013 gr dengan laju korosi 0,025 mmpy. Dengan rata-rata pengurangan laju korosi pada besi tersebut adalah 0,036 mmpy.

Terakhir dengan pH 4 berat besi 11,508 gr di hari ke tiga sudah menunjukkan pengurangan berat sebanyak 0,008 gr dengan laju korosi 0,046 mmpy, kemudian di hari ke-enam berkurang sebanyak 0,010 gr dengan laju korosi 0,029 mmpy dan di hari ke-sembilan berat besi berkurang sebanyak 0,012 gr dengan laju korosi 0,023 mmpy. Dengan rata-rata pengurangan laju korosi pada besi tersebut adalah 0,032 mmpy.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 KESIMPULAN

1. Sintesis GO dari graphite baterai Zn-C berhasil didapatkan melalui metode *Liquid Phase Exfoliation*. Hasil karakterisasi FTIR menunjukkan ikatan O-H, C=O, C=C dan C-O pada sampel. Kehadiran ikatan ini membuktikan bahwa nanopartikel *Graphene Oxide* (GO) telah terbentuk. *Morphology* permukaan yang dihasilkan terlihat lembaran-lembaran GO dan analisis EDX diperoleh unsur Carbon (C) sebesar 88,70% dan Oksigen (O) sebesar 9,17%. Hasil Uv-Vis terlihat puncak absorbansi pada panjang gelombang 232 nm yang membuktikan panjang gelombang *Graphene Oxide* (GO). Hasil karakterisasi XRD memperlihatkan puncak  $2\theta = 26^\circ$ , ini menunjukkan puncak difraksi GO.
2. Berdasarkan sample coating dengan GO+resin epoxy, laju korosi sample dengan pH 2 berhasil dikurangi 0,044 mmpy dengan persentasi keberhasilan 52% berbanding sample tanpa GO dengan laju korosi 0,092 mmpy (~25%). Laju korosi pada pH 3 dengan sample coating GO+resin epoxy didapatkan sebesar 0,036 mmpy (~56%), berbanding coating resin epoxy 0,081 mmpy (~19%) dan Laju korosi pada pH 4 dengan sample coating GO+resin epoxy didapatkan sebesar 0,032 mmpy (~57%), berbanding coating resin epoxy 0,075 mmpy (~16%).

#### 5.2 SARAN

Adapun saran yang dapat penulis berikan yaitu melakukan uji laju korosi dengan penambahan laju alir atau tekanan dari fluida untuk mengetahui seberapa cepat laju korosi per-tahunnya suatu besi bisa berkarat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Afandi, Y. K., Arief, I. S., Teknik, J., Perkapalan, S., & Kelautan, F. T. (2015). *Analisa Laju Korosi pada Pelat Baja Karbon dengan Variasi Ketebalan Coating*. 4(1), 1–5.
- Afifi, M. A. (2014). Corrosion Behavior of Zinc-Graphite Metal Matrix Composite in 1 M of HCl. *ISRN Corrosion*, 2014, 1–8. <https://doi.org/10.1155/2014/279856>
- Atmadja, S. T., Teknik, J., Fakultas, M., & Universitas, T. (2010). Pengendalian Korosi Pada Sistem Pendingin Menggunakan Penambahan Zat Inhibitor. *Rotasi (Semarang)*, 12(2), 7–13. <https://doi.org/10.14710/rotasi.12.2.7-13>
- Bradder, P., Ling, S. K., Wang, S., & Liu, S. (2011). Dye adsorption on layered graphite oxide. *Journal of Chemical and Engineering Data*, 56(1), 138–141. <https://doi.org/10.1021/je101049g>
- Ciesielski, A., & Samorì, P. (2014). Graphene via sonication assisted liquid-phase exfoliation. *Chemical Society Reviews*, 43(1), 381–398. <https://doi.org/10.1039/c3cs60217f>
- Dari, S., Lapindo, L., & Baja, P. (2014). Pencegahan Korosi Dengan Menggunakan Inhibitor Natrium Silikat( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ) Hasil Sintesis Dari Lumpur Lapindo Pada Baja Tulangan Beton. 1–6.
- Geometry, R., & Analysis, G. (n.d.). The Variation Effect Of Rice Hulk Carbon Mass On Synthesis Of Graphine Oxide Material With Liquid Phase Exfoliation Method Using Blender, Sonification, And Blender+Sonification Based On Uv-Vis Test. *Society*, 406–417.
- Halimatuddahlia. (2003). Pencegahan Korosi dan Scale Pada Proses Produksi Minyak Bumi. *USU Digital Library*, 1–8.
- Hutauruk, F. Y. (2017). *Analisa Laju Korosi pada Pipa Baja Karbon dan Pipa Galvanis dengan Metode Elektrokimia*. 1–138. Retrieved from <http://repository.its.ac.id/44852/>
- Irwanto, D. (2013). Studi Korosi Pada Pipa Menggunakan Metode Impressed. *Desiminasi Teknologi*, 1, 198–212.
- Kiran, N. U., Dey, S., Singh, B. P., & Besra, L. (2017). Graphene coating on copper by electrophoretic deposition for corrosion prevention. *Coatings*, 7(12). <https://doi.org/10.3390/coatings7120214>
- Koleske, J. V. (2012). Paint and Coating Testing Manual. In *Astm*. <https://doi.org/10.1002/col.5080200415>



- Mezei, F. (2011). Basics Concepts. In *Neutrons in Soft Matter*.  
<https://doi.org/10.1002/9780470933886.ch1>
- Mursyidah, Adi Novriansyah, Novia Rita, A. H. (2015). Effect of nanosilica injection to oil recovery factor in low porosity and permeability reservoir. *Jurnal Intelek*, 9(2), 11–13.
- Novoselov, K. S., Geim, A. K., Morozov, S. V., & Jiang, D. (2004). PGR Tips on writing effective CVs. *Phys. Rev. Lett*, 306(52), 666–669.  
<https://doi.org/10.1126/science.1102896>
- Ollik, K., & Lieder, M. (2020). Review of the application of graphene-based coatings as anticorrosion layers. *Coatings*, 10(9), 1–27.  
<https://doi.org/10.3390/coatings10090883>
- Pérez, F. R., Betancur, A. F., García, A., Merlano, A. S., Cabral, J. A., & Salazar, A. (2019). Graphene oxide-based nanomaterial as a coating with anti-corrosion properties. *Journal of Physics: Conference Series*, 1219(1).  
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1219/1/012002>
- Putra, G. B. A., Pradana, H. Y., Soenaryo, D. E. T., Baqiya, M. A., & Darminto. (2018). Synthesis of green Fe<sup>3+</sup>/glucose/rGO electrode for supercapacitor application assisted by chemical exfoliation process from burning coconut shell. *AIP Conference Proceedings*, 1945(August).  
<https://doi.org/10.1063/1.5030262>
- Rafitasari, Y., Suhendar, H., Imani, N., Luciana, F., Radean, H., & Santoso, I. (2016). *Sintesis Graphene Oxide Dan Reduced Graphene Oxide*. V, SNF2016-MPS-95-SNF2016-MPS-98. <https://doi.org/10.21009/0305020218>
- Rahmawati, Nana. 2017. *Sintesis dan Karakterisasi Material Graphene Oxide Berbahan Dasar Limbah Batang Karbon ZnC Menggunakan Kombinasi Metode Liquid-Phase Exfoliation dan Radiasi Sinar-X dengan Variasi Waktu 68 Radiasi Berdasarkan Uji UV-Vis Spektrofotometer*. Skripsi. Yogyakarta: UNY.
- Ramadian, A., Agung, B., Sc, M., Material, T., & Industri, F. T. (2012). Pengaruh Temperatur dan Lama Celup pada Proses Hot Dip Galvanizing Elemen Pemanas Cold End Layer Air Heater PT PJB UP Gresik Unit 1. *Jurnal Teknik POMITS*, Vol. 1(No. 1), 1–8.
- Rochmat, A., Liantony, G., & Septiananda, Y. D. (2019). Uji Kemampuan Tanin Daun Ketapang Sebagai Inhibisi Korosi Pada Baja Mild Steel Dalam Pipeline. *Jurnal Integrasi Proses*, 8(1), 45.  
<https://doi.org/10.36055/jip.v8i1.5601>

- Rochmat, A., Putra, B. P., Nuryani, E., & Pramudita, M. (2017). KARAKTERISASI MATERIAL CAMPURAN SiO<sub>2</sub> DAN GETAH FLAMBOYAN (*Delonix regia*) SEBAGAI MATERIAL COATING PENCEGAH KOROSI PADA BAJA. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 5(2), 27. <https://doi.org/10.29103/jtku.v5i2.87>
- S, G. S. (n.d.). *GRAPHENE OXIDE : BAHAN BARU MEMBRAN*. 1–10.
- Sari, Y., & Dwiwati, S. T. (2015). Korosi H<sub>2</sub>S dan CO<sub>2</sub> pada Peralatan Statik di Industri Minyak dan Gas. *Jurnal Konversi Energi Dan Manufaktur UNJ*, 2(1), 18–22. <https://doi.org/10.21009/JKEM.2.1.2>
- Sartini. (2019). Sintesis Graphene Oxide Dan Carbon Nanodots Berbahan Dasar Limbah Daun Pisang Kering Dengan Metode Liquid Sonication Exfoliation Dan Pemanasan Oven. *Problem Set 2*, 23(3), 2019.
- Setiawan, A., Dewi, A. K., & Mukhlis. (2019). Pengaruh Surface Treatment Terhadap Ketahanan Korosi Baja Karbon Tercoating Zinc Fosfat Pada Media Asam Sulfat. *Jurnal Teknologi*, 11(1).
- Setiawan, A., Fajrin, A., Munir, M. M., & Ari, M. (2018). Korosi Baja Karbon Api 5L Grade B Sebagai Flowline Produksi Gas Alam. *Journal of Research and Technology*, 4(1), 28–40.
- Sinuhaji, P., & Fisika, D. (2013). KARAKTERISASI ISOLATOR KERAMIK JENIS POS SALURAN DENGAN XRD dan SEM-EDX. 349–353.
- Taha, N. M., & Lee, S. (2015). *Nano Graphene Application Improving Drilling Fluids Performance*. (December), 6–9. <https://doi.org/10.2523/iptc-18539-ms>
- Teuku A, komalasari, I. Z. (2011). *PENGENDALIAN KOROSI PIPA PERMINYAKAN DENGAN MENGGUNAKAN INHIBITOR KOROSI Teuku Azhari Hassan, Komalasari, Ida Zahrina*. 1–6.
- Wang, S., Yi, M., Liang, S., Shen, Z., & Zhang, X. (n.d.). *<The effect of surfactants and their concentrations on the.pdf>*.
- Wilda Tri Farizqi, Udisubakti Ciptomulyono, A. R. (2012). *Pengembangan Model Reverse Logistics Baterai Aki Bekas Dengan Pendekatan Goal Programming*.
- Zhou, M., Tian, T., Li, X., Sun, X., Zhang, J., Cui, P., Tang, J., & Qin, L. C. (2014). Production of graphene by liquid-phase exfoliation of intercalated graphite. *International Journal of Electrochemical Science*, 9(2), 810–820.