

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Perkembangan sistem penyimpanan energi sangat dibutuhkan era ini. Dengan meningkatnya aktivitas manusia dan mobilitas yang cepat mengharuskan setiap perangkat yang digunakan memiliki sistem penyimpanan energi yang baik. Baterai merupakan salah satu sistem penyimpanan energi yang berkembang saat ini. Baterai adalah komponen yang dapat mengubah energi kimia menjadi energi listrik yang dapat dijadikan sumber energi bagi perangkat-perangkat elektronik. Sekarang ini baterai lithium memiliki peran penting dalam perkembangan sistem penyimpanan energi. Hal ini dapat kita lihat dari banyaknya penggunaan baterai lithium diberbagai bidang, seperti baterai laptop, *smartphone*, *tablet*, kamera digital, dan mobil listrik (Qian, dkk. 2018). Baterai lithium adalah baterai isi ulang yang sangat menjanjikan karena memiliki kapasitas energi yang tinggi, siklus hidup yang panjang, dan dampak lingkungan yang rendah (Liu, dkk. 2017). Baterai lithium memiliki kelebihan yaitu relatif ringan, dan memiliki kepadatan energi yang tinggi. Namun, selain memiliki banyak kelebihan Baterai lithium memiliki kekurangan diataranya harganya relatif mahal, *Life Time*-nya relatif singkat, dan hancur jika benar-benar habis (Rahmi, dkk. 2018).

Anoda dan katoda memiliki peran penting dalam kinerja baterai lithium. Bahan yang banyak dikembangkan sebagai anoda baterai lithium adalah  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , karena memiliki kapasitas teoretis tinggi yaitu  $924 \text{ mA.h.g}^{-1}$ , biaya murah, dan ramah lingkungan (Bock. dkk, 2017). Hal ini berbanding sangat jauh dengan bahan grafit yang umum digunakan sebagai anoda baterai dimana kapasitas teoretisnya hanya  $372 \text{ mA.h.g}^{-1}$ . (Jiao, dkk. 2016). Namun, menurut (Qin, dkk. 2017), polarisasi elektroda, aglomerasi dan perubahan volume yang besar bahan  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  selama proses penyisipan/ekstraksi lithium mengakibatkan kapasitas menurun dan siklus kerja yang buruk, masalah ini telah menjadi hambatan utama untuk penerapannya sebagai anoda baterai lithium. Beberapa strategi termasuk modifikasi permukaan dengan hal-hal konduktif dan mensintesis partikel ukuran

nano telah menjadi riset yang berkembang untuk mendapatkan hasil yang maksimal. Beberapa cara yang telah dilakukan adalah dengan mengkompositkan  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  dengan karbon (Yang, dkk. 2016), komposit  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  dengan polipirol/ppy (Bruck, dkk. 2017),  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  dengan *carbon nanotube* (Ming, dkk. 2017),  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  dengan *Poly Vinylidene Fluoride*/PVDF (Rahmi. 2018), dan  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  dengan graphene (Mo. 2017).

Penelitian ini akan menggunakan *graphene oxide* sebagai komposit dari nanopartikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ . Graphene adalah salah satu material yang menjadi pusat penelitian sejak beberapa tahun terakhir karena memiliki sifat yang unggul dan potensi aplikasi yang luas di berbagai bidang seperti nanoelektrik, sensor, nanokomposit, baterai, superkapasitor, dan elektroda transparan (Lesmana, dkk. 2016). Graphene adalah bahan yang menjanjikan untuk penyimpanan energi karena konduktivitas elektroniknya yang unggul, stabilitas termal yang baik, fleksibilitas struktural yang luar biasa, dan luas permukaan spesifik yang tinggi (Liu, dkk. 2017). Dengan ketebalan sekitar satu atom karbon, graphene memiliki transparansi optik hingga 97,7%. Meskipun sangat tipis, kekuatan graphene melebihi baja. Ikatan kovalen antar karbon yang kuat menyebabkan graphene sulit untuk diregangkan, sehingga memiliki modulus Young hingga 1,1 TPa. Struktur yang terdiri dari lapisan-lapisan membuat graphene sangat konduktif dengan mobilitas pembawa muatan hingga  $200.000 \text{ cm}^2\text{V}^{-1}\text{s}^{-1}$  dan konduktivitas termal hingga  $5.300 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$  (Perkasa. 2016). Berdasarkan hal ini, diharapkan graphene akan meningkatkan kinerja dari  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  terhadap baterai lithium.

Untuk mendapatkan graphene yang murni merupakan hal yang sangat sulit. Sehingga dilakukan alternatif lain dengan membuat turunan dari grafit yang mendekati graphene, yaitu *graphene oxide*. *Graphene oxide* (G-O) sangat menarik karena biayanya yang murah, mudah diakses, dan kemampuannya yang luas untuk dikonversikan menjadi graphene. Skalabilitas merupakan faktor penting untuk sintesis graphene, dan salah satu pendekatan paling populer menuju pengelupasan grafit adalah penggunaan zat pengoksidasi yang kuat untuk mendapatkan G-O, bahan karbon hidrofilik nonkonduktif (Alam. 2017). G-O sebagai grafit teroksidasi, telah dianggap sebagai prekursor produksi berbahan dasar graphene

berbiaya rendah. Sifat mekanis yang sangat baik dan luas permukaan tinggi dari lembaran G-O memberikan peningkatan sifat mekanis pada komposit geopolimer yang akan menguntungkan dalam aplikasinya (Najib. 2018). Jiang dkk (2015), telah berhasil mensintesis grafit menjadi G-O dan menggabungkannya dengan  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  untuk menghasilkan anoda baterai lithium yang memiliki kinerja elektrokimia yang lebih baik dibandingkan dengan partikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  saja. Hal ini juga sesuai dengan penelitian Mo (2017), bahwa struktur dan sifat yang unik dari graphene telah meningkatkan kinerja elektrokimia yang luar biasa dari anoda baterai lithium.

Metode Hummers adalah metode yang digunakan untuk mengoksidasi grafit dengan cara mereaksikan grafit dengan kalium permanganat ( $\text{KMnO}_4$ ) dan natrium nitrat ( $\text{NaNO}_3$ ) dalam larutan asam sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ). Metode ini umum digunakan karena bahan yang mudah didapat dan tidak terlalu berbahaya seperti metode lainnya (Syakir. 2015). Seiring dengan berkembangnya penelitian yang menggunakan bahan graphene, metode Hummers menjadi kajian yang menarik untuk dikembangkan lebih lanjut.

*Carbon nanotube* (CNTs) adalah salah satu struktur carbon yang berbentuk seperti silinder dengan diameter dalam orde nanometer. CNTs telah sering ditambahkan ke polimer untuk meningkatkan sifat mekanik, listrik dan termal nanokomposit (Moraes. 2018). CNTs memiliki konduktivitas listrik yang sangat baik dan kemampuannya yang dapat ditambahkan ke polimer elektrokonduktif yang buruk dan meningkatkan sifat listriknya (Moossa. 2017). Sehingga pada penelitian ini ditambahkan CNTs untuk memaksimalkan kinerja nanokomposit bahan yang digunakan. Dengan penggunaan ketiga bahan ini, diharapkan memiliki efek sinergis yang baik untuk meningkatkan kinerja komposit.

Penggunaan graphene-carbon nanotube-partikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  telah berhasil dilakukan dalam penerapannya sebagai *drug delivery* (Fan, dkk. 2013). Graphene Oxide/Carbon nanotubes- $\text{Fe}_3\text{O}_4$  juga telah berhasil digunakan sebagai katalis (Yang. 2012). Pada penelitian Qin (2017), telah berhasil mengkompositkan  $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{G-O}/\text{CNTs}$  dengan metode solvotermal. Partikel-partikel nano  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  tersebar secara merata pada grafena dan CNTs yang saling terhubung membentuk

struktur konduktif 3D, yang meningkatkan kinerja elektrokimia dari nanokomposit tersebut. Penambahan rasio dari graphene dan CNTs mempengaruhi kinerja bahan. Hal ini disebabkan distribusi yang seragam antara partikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , graphene dan CNTs pada jalur konduktif sehingga meningkatkan kinerja penyimpanan bahan lithium. Hal ini dapat dilihat dari peningkatan kapasitas muatan mencapai  $1928.8 \text{ mA}\cdot\text{h}\cdot\text{g}^{-1}$ . Kapasitas komposit  $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{G-O}/\text{CNTs}$  lebih besar dari kapasitas teoritis  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ .

Dari uraian tersebut, maka akan dilakukan pembuatan nanopartikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  dengan metode kopresipitasi, sintesis *graphene oxide* dengan metode Hummers, kemudian mengkomposikannya dengan *carbon nanotubes* menggunakan metode solvotermal. Dengan demikian judul dari penelitian ini adalah **“Sintesis Dan Karakterisasi Nanokomposit  $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{G-O}/\text{CNTs}$  Sebagai Bahan Anoda Baterai Lithium.”**

## 1.2 Batasan Masalah

Berdasarkan uraian yang terdapat pada latar belakang masalah, maka penulis membatasi ruang lingkup masalah yakni:

1. Nanopartikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  yang digunakan dengan metode kopresipitasi dan dicoating dengan PEG 6000.
2. Metode yang digunakan untuk memperoleh G-O adalah metode Hummers.
3. Metode yang digunakan untuk membuat nanokomposit  $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{G-O}/\text{CNTs}$  adalah metode solvotermal.
4. Pada penelitian akan digunakan variasi rasio G-O, yaitu: 0.5, 1, dan 1.5.
5. Karakterisasi yang dilakukan dengan menggunakan XRD (*X-Ray Diffraction*) untuk mengetahui ukuran dan struktur kristal dari sampel, SEM (*Scanning Electron Microscope*) untuk mengetahui struktur morfologi dari sampel, I-V Meter untuk mengetahui konduktivitas listrik.

### 1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan batasan masalah, untuk lebih mempermudah dalam pembahasan maka dilakukan perumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik struktur dan morfologi dari nanokomposit  $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{G-O}/\text{CNTs}$  ?
2. Bagaimana pengaruh struktur G-O terhadap nanokomposit  $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{G-O}/\text{CNTs}$  ?
3. Bagaimana sifat listrik dari nanokomposit  $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{G-O}/\text{CNTs}$  ?

### 1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian yang dilakukan adalah :

1. Mengetahui karakteristik struktur dan morfologi dari nanokomposit  $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{G-O}/\text{CNTs}$ .
2. Mengetahui pengaruh struktur G-O terhadap nanokomposit  $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{G-O}/\text{CNTs}$ .
3. Mengetahui sifat listrik dari nanokomposit  $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{G-O}/\text{CNTs}$ .

### 1.5 Manfaat Penelitian

1. Memperoleh informasi dasar tentang penggunaan nanokomposit  $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{G-O}/\text{CNTs}$  sebagai bahan anoda baterai lithium.
2. Dapat dijadikan sebagai bahan informasi atau referensi untuk peneliti lain mengenai bahan anoda baterai lithium.