

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Perkembangan ilmu Pengetahuan dan teknologi (IPTEK) diberbagai Negara dibelahan dunia semakin lama semakin meningkat. Salah satu diantaranya adalah ilmu tentang rekayasa material. Di dasari atas dasar prinsip ilmu yang mengatakan bahwa segala sesuatu yang berwujud di alam ini terdiri atas berbagai material-material penyusun didalamnya. Sehingga ilmu rekayasa material menjadi suatu kajian yang sangat diminati akhir-akhir ini. Hal ini juga tak terkecuali di Indonesia. Indonesia merupakan negara yang kaya akan sumber daya alam terutama bahan-bahan galian industri atau bahan tambang. Bahan galian ini di Indonesia hampir menyebar diseluruh wilayah. Sumber-sumber yang menyebutkan tentang jenis, jumlah cadangan terhitung, kualitas, daerah penyebaran serta kegunaannya masih terbatas sekali, hal ini disebabkan karena banyaknya jenis bahan galian industri, termasuk yang belum diketahui kegunaannya disamping kualitas yang masih belum memenuhi persyaratan. Seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, pemanfaatan akan sumber daya alam galian tersebut telah bisa dimanfaatkan dalam tahap yang lebih memberikan banyak manfaat yang kenal dalam teknologi nano (*nanotechnology*). Hal ini disebabkan karena pemanfaatan bahan-bahan galian yang selama ini dalam ukuran besar (bulk) kurang memberikan manfaat dan dampak besar bagi kehidupan masyarakat. Oleh karena itu pemanfaatan material yang lebih dikembangkan saat ini adalah material dalam ukuran nano yang dikenal dengan nanopartikel karena memiliki manfaat yang lebih besar dalam pengaplikasiannya.

Keberadaan pasir besi di Indonesia merupakan suatu hal yang tidak diragukan lagi, akan tetapi pemanfaatan pasir besi selama ini kurang memberikan dampak positif bagi kehidupan masyarakat oleh karena penggunaannya yang hanya lebih banyak dipergunakan sebagai material dalam membuat beton dalam ukuran makro. Oleh karena itu pemanfaatannya bisa lebih ditingkatkan lagi dalam skala ukuran nano yang dikenal dengan nanopartikel. Nanopartikel merupakan

partikel mikroskopis yang memiliki ukuran dalam skala nanometer yaitu sekitar 1-100 nm. Struktur nano bisa dibandingkan dengan rambut manusia yang tebalnya sekitar 50nm dan diameter sekitar 0.3nm molekul air (Schaefer, 2010). Keberadaan nanopartikel akhir-akhir ini menjadi kajian yang sangat menarik, karena materi yang berada dalam ukuran nano biasanya memiliki partikel dengan sifat kimia atau fisika yang lebih unggul dari materi yang berukuran besar (*bulk*). Sifat tersebut dapat diubah-ubah melalui pengontrolan ukuran material, pengaturan komposisi kimiawi, modifikasi permukaan dan pengontrolan interaksi antar partikel.

Di Indonesia, perkembangan nanoteknologi masih dalam tahap perintisan karena keterbatasan fasilitas dan tenaga ahli baik dalam eksperimen maupun dalam pemanfaatannya. Dengan kendala tersebutlah membuat kita sebagai generasi muda tergerak untuk bekerja keras dengan memanfaatkan potensi dan tenaga ahli yang ada dinegeri ini. Pada periode tahun 2010 sampai 2020 akan terjadi percepatan besar-besaran dalam penerapan nanoteknologi dalam dunia industri yang menandakan bahwa dunia saat ini sedang mengarah kedalam perkembangan teknologi nano. Diberbagai Negara-negara maju seperti Jepang, Eropa dan Amerika mereka telah dan sedang mengembangkan teknologi yang berkaitan dengan nanoteknologi untuk berbagai keperluan yang bermanfaat bagi manusia. Ada berbagai bidang yang akan sangat dipengaruhi oleh nanoteknologi seperti industri baja, pelapisan (*coating*) dekoratif, industri polimer, industri kemasan, peralatan olahraga, tekstil, keramik, industri farmasi dan berbagai bidang lainnya. Nano teknologi yang sedang menarik untuk dikembangkan saat ini adalah nanopartikel magnetik.

Nanopartikel magnetik telah menjadi material menarik yang dikembangkan karena sifatnya yang terkenal dan sangat potensial dalam aplikasinya dalam berbagai bidang, seperti ferrofluids, katalis, pigmen warna, dan diagnosa medik. Bagaimanapun, beberapa sifat partikel nano magnetik ini bergantung pada ukurannya. Ketika ukuran suatu partikel nano magnetik di bawah 10 nm, akan bersifat super paramagnetik pada temperatur ruang, artinya bahwa energi termal dapat menghalangi anisotropi energi penghalang dari sebuah

partikel nano tunggal dan itu yang sedang digeluti saat ini. Karena itu, bagaimana mensintesis partikel nano seragam dengan mengatur ukurannya menjadi salah satu kunci masalah dalam ruang lingkup sintesis nanopartikel (Aiguo et al.2008).

$\text{Fe}_3\text{O}_4$  (*magnetit*) merupakan salah satu fase dari oksida besi yang bersifat amfoter dan memiliki daya serap yang tinggi (Abdillah, 2013).  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  ( $\text{FeO}\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), berwarna hitam dengan struktur berbentuk inverse spinel dan mengandung ion  $\text{Fe}^{2+}$  dan  $\text{Fe}^{3+}$  (Gubin, 2007). Disamping keberadaan pasir besi yang tidak terlalu susah untuk didapatkan, pasir besi juga memiliki karakter dan komposisi tersendiri sehingga bisa diperoleh dengan melakukan sintesa. Secara umum pasir besi mempunyai komposisi utama besi oksida, silikon oksida, serta senyawa-senyawa lain dengan kadar yang lebih rendah.

Nanopartikel magnetit ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) untuk beberapa tahun terakhir telah banyak dimanfaatkan dalam berbagai aplikasi, diantaranya sebagai penyimpan informasi dengan densitas yang tinggi, pembentukan gambar dengan resonansi magnetik (MRI), sistem pengiriman untuk obat-obatan, kosmetik, pewarna, sebagai pelapis (*coating*) untuk mencegah korosi, proses adsorpsi dan sebagai filler untuk berbagai aplikasi nanokomposit.

Salah satu zat yang dapat dipakai untuk membentuk dan mengontrol ukuran dan struktur pori adalah *polyethylene glycol* (PEG). Dalam hal ini PEG dapat berfungsi sebagai *template* dan juga pembungkus partikel besi sehingga tidak terbentuk agregat, hal ini dikarenakan PEG terjebak pada permukaan partikel dan menutupi ion positif besi dan pada akhirnya akan diperoleh hasil partikel dengan bentuk bulatan yang seragam. Berbagai penelitian sebelumnya yang melakukan sintesis nanopartikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  dengan menggunakan PEG, seperti yang telah dilakukan oleh Baqiya, dkk (2007), Dame H. (2014) dengan menggunakan PEG 4000, Astuti, dkk (2013) menggunakan PEG 4000. Sedangkan untuk kali ini penelitian menggunakan PEG 6000.

Dalam beberapa tahun terakhir kebutuhan plastik sangat banyak digunakan untuk berbagai kebutuhan dan aplikasi dalam kehidupan manusia. Mulai dari kebutuhan rumah tangga sampai kebutuhan industri. Penggunaannya terus meningkat dan masih memiliki potensi yang besar untuk itu dilakukan

pengembangan lagi agar tercipta produk plastik lebih berkualitas dan tentunya dengan biaya produksi seminimal mungkin. Penggunaan plastik selama ini hanya sebatas dipergunakan dan yang setelah itu dibuang begitu saja. Hal itu disebabkan karena plastik tidak memiliki pengembangan yang lebih lanjut akan sifat, karakter dari masing-masing jenis plastik. Plastik terdiri dari berbagai jenis. Plastik yang umumnya beredar dipasaran antara lain, PET (Polyethylene Terephthalate), HDPE (*High Density Polyethylene*), PVC (*Polyvinyl Chloride*), LDPE (*Low Density Polyethylene*), PP (*Polypropylene*), PS (*Polystyrene*). Masing-masing dari jenis plastik ini penggunaannya berbeda-beda sesuai dengan sifat-sifat yang dimiliki.

HDPE merupakan polimer termoplastik linear yang dibuat dari monomer etilen. Memiliki rantai utama yang saling berdekatan, dengan berdekatnya rantai-rantai utama akan menaikkan kristalinitas, rapat massa dan kekuatannya (Hamid, 2008). HDPE memiliki kekuatan tarik dan gaya antar molekul yang tinggi, bersifat lebih keras dan bisa bertahan pada temperatur tinggi (120 °C), dan sangat tahan terhadap bahan kimia sehingga memiliki aplikasi yang luas, diantaranya kemasan deterjen, tangki bahan bakar, kantong plastik, sistem perpipaan gas alam, meja lipat dan **pipa** yang berfungsi sebagai mengalirkan air maupun gas, dimana material ini memiliki tingkat elastisitas yang tinggi & tingkat keretakan yang rendah, sehingga memiliki *life time* lebih dari 50 tahun (Olx, 2014). HDPE merupakan plastik yang terbuat dari minyak bumi dan juga merupakan plastik yang sangat sulit terdegradasi, dengan adanya bahan aditif khususnya sebagai pengisi akan mampu mengurangi massa HDPE sebagai bahan baku produk-produk plastik dipasaran. Adanya beraneka ragam produk berbahan polietilena disebabkan karena polimer ini dapat kompatibel dengan sejumlah bahan aditif (Ram, 2008). Selain itu, untuk mengurangi harga atau memperbesar sifat fisik dan mekanik dari HDPE, beberapa zat tambahan yang dimaksud adalah pengisi (*filler*).

Telah banyak penelitian akhir-akhir ini menggunakan termoplastik HDPE sebagai matrik dan nanopartikel sebagai pengisi (*filler*) antara lain TiO<sub>2</sub>/HDPE (Tuan Vu Manh, (2014), CaCO<sub>3</sub>/HDPE (Saeedi dan Sharahi, 2011); Zebarzad,

dkk. 2006), grafit/HDPE (Sarikanat, dkk. 2011), Clay/HDPE (Pegoretti, dkk, 2010; Wang, dkk. 2003), bentonit alam/HDPE (Bukit, N., 2013), pati tapioka/HDPE (Gunawan, dkk. 2008), abu layang/HDPE (Ni'mah, dkk. 2009), *Soya Stalk Flour*/HDPE (Mehdina, dkk. 2013), abu sekam padi/HDPE (Ayswarya, dkk. 2012), Zeolit alam/ASP/HDPE (Siregar M.A, 2014), CPE/HDPE (Caudhry A.U (2014), dan Abu boiler kelapa sawit/ASP/HDPE (Ginting E.M., 2014).

Sementara itu, penggunaan nanopartikel magnetit ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) telah banyak dilakukan penelitian akhir-akhir ini. Adapun beberapa penelitian tentang nanopartikel magnetit antara lain nanopartikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  dengan Asam alginic (Kazmierczak et al), Nanopartikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  – Biji Besi, (Montazeri, Hojatollah, 2013), Nanopartikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  – Carbon (Prakash, Raju (2013), nanopartikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ -Crom (Cr), Usu), Nanopartikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  sebagai epoksi (Laksmi sari, Riska, 2013), nanopartikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ - grafit oksida (GO) (Zhang xiao et al, 2014), nanopartikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  dengan termoplastik LDPE (Zhang, Dong et al, 2012), Nanopartikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ /PANI (Nasution, E.L., 2012), Nanopartikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  dengan sekam padi (Khandanlou, R. et al, 2013) dan nanopartikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  dengan ZnO (Zaporoshets, M. 2011).

Berdasarkan uraian dan penjelasan diatas, peneliti akan melanjutkan penelitian yang mengkhususkan pada penggunaan nanopartikel dengan pencampuran termoplastik HDPE sebagai matrik polimer dan menggunakan pengisi (*filler*) Nanopartikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  yang telah berhasil disintesis dari Pasir Besi oleh peneliti lainnya. Dimana dalam proses mensintesis oleh peneliti lainnya menggunakan Polietilen Glikol (PEG) 6000 sebagai pembungkus partikel sehingga tidak terjadi penggumpalan. Adapun penelitian ini dengan melakukan analisis fasa dan penyusunan material dengan menggunakan X-Ray Diffractometer (XRD) dan untuk mengetahui struktur morfologinya menggunakan scanning electro microscopy (SEM). Selain itu, untuk mengetahui sifat mekanik untuk uji tarik nanokomposit  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ /HDPE, Sehingga penelitian ini berjudul “ **Preparasi Nanopartikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  (*magnetit*) dari Pasir Besi sebagai bahan pengisi Termoplastik HDPE**”.

## 1.2. Batasan Masalah

Dalam penelitian ini batasan masalah yang dibahas meliputi:

1. Nanopartikel yang digunakan adalah  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  dari pasir besi sebagai *filler*
2. Matriks yang digunakan polimer *high density polietilen* (HDPE)
3. Karakterisasi Nanopartikel yang dilakukan adalah XRD
4. Uji mekanik yang dilakukan adalah kekuatan tarik, perpanjangan putus dan Modulus Young's
5. Variasi persen berat nanopartikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  adalah 2,4,6,8

## 1.3. Rumusan Masalah

Berdasarkan batasan masalah diatas maka dapat dirumuskan permasalahannya sebagai berikut:

1. Bagaimana struktur dan fasa kristal nanopartikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  yang digunakan ?
2. Bagaimana nilai optimum kuat tarik, perpanjangan putus dan modulus Young's dari nanokomposit campuran  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ /HDPE /PE-g-MA dan tanpa Kompatibeliser PE-g-MA
3. Bagaimana pengaruh sifat mekanik pada penambahan bahan (*filler*) nano partikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$

## 1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui struktur dan fasa dan sistem kristal nanopartikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  yang digunakan sebagai bahan pengisi HDPE
2. Untuk mengetahui nilai optimum kekuatan tarik, perpanjangan putus dan modulus Young's masing-masing Nanokomposit yang menggunakan kompatibilizer PE-g-MA dan yang tanpa menggunakan PE-g-MA
3. Untuk mengetahui pengaruh sifat mekanik terhadap penambahan bahan pengisi (*filler*) nanopartikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$

### 1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

Pemanfaatan dalam bidang teknologi nanokomposit yang bisa diaplikasikan untuk nanoteknologi seperti dalam bidang industri digunakan sebagai katalis, sensor, penyimpan data dalam bentuk CD atau hard disk, dan teknologi dan aksesoris elektronik seperti *touch screen*, serta aplikasi bahan polimer yang mampu memiliki sifat magnetik untuk diaplikasikan dalam dunia teknologi-teknologi canggih.

