

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

*Carbon Nanotube* (CNT) memungkinkan pengembangan produk semen berbiaya rendah, kinerja tinggi, dan durasi panjang, dan penggunaan CNT jarang dipakai sebelumnya dalam industri konstruksi. Perilaku mekanis bahan semen tergantung pada elemen struktural dan fenomena yang terjadi dalam skala mikro dan nano (Morsy dkk., 2011), CNT memiliki kekuatan mekanik yang sangat tinggi dan konduktivitas termal dengan skala atom yang luar biasa dapat menjadikan semen lebih tahan terhadap tekanan dan cuaca ekstrem sekaligus meningkatkan kekuatan dan ketahanan terhadap retakan, karena zat silika yang dikandung sangat lekat tidak mudah terjadinya pergantian ikatan yang biasanya bisa menghasilkan celah, ini dapat mengikat atom dengan skala nano tanpa terjadinya keretakan (Mintmire dkk., 1992).`

Selain CNT ada juga nano material lain yang disebut *Graphene oxide* (GO) memiliki gugus fungsi yang mengandung oksigen yang terikat pada atom (Stankovich dkk., 2007), fungsi ini membuat GO bersifat *hidrofilik* dan sangat mudah terdispersi dalam larutan air. Setiap atom karbon dalam *graphene* terikat pada tiga atom karbon yang berdekatan melalui ikatan  $\sigma$  (ohm). Ikatan antara setiap atom karbon GO sangat kuat, ketika gaya eksternal diterapkan pada *graphene*, permukaan atom di dalamnya berubah dan semakin bengkok untuk mengimbangi gaya eksternal. Dengan demikian, tidak terjadi penataan ulang antara atom karbon, sehingga struktur tetap stabil secara konsiten. (Novoselov dkk., 2007). Diketahui bahwa penambahan GO sebesar 0,05% berat semen dapat meningkatkan kuat tekan dan kuat lentur pasta semen magnesium kalium fosfat (MKPC) masing-masing sebesar 6,8% dan 8,3%, (Lv dkk., 2017). Menurut penelitian lain penambahan GO dalam mortar dengan dosis 0,03% (berat semen) dan menemukan bahwa kuat tekan dan kuat lentur meningkat dengan masing-masing sebesar 52,4% dan 34,3%, (Cao dkk., 2015). Pengamatan mikrostruktur bahan mempunyai peranan penting dalam pengujian bahan karena struktur pada

dasarnya membentuk sifat fisik, mekanik dan termal dari bahan. Dengan demikian dari pengamatan terhadap struktur bahan dapat ditentukan sifat mampu pengerjaan suatu bahan, salah satu pengujian yang dilakukan ialah XRD, merupakan alat yang digunakan untuk mengkarakterisasi struktur kristal. Metode difraksi umumnya digunakan untuk mengidentifikasi senyawa yang belum diketahui ikatan dalam suatu padatan (Mansur, 2020).

Menurut (Budh & Warhade, 2014), *fly ash* dapat menggantikan semen dalam campuran mortar untuk mendapatkan mortar yang ramah lingkungan. Penggunaan *high volume fly ash* (HVFA) dalam pembuatan mortar menjadi sangat ramah lingkungan karena bisa menanggulangi dampak penggunaan semen berlebihan dan dapat mengurangi pencemaran lingkungan yang biasanya menghasilkan sekitar 1 ton emisi CO<sub>2</sub> dari proses produksi semen portland (Alfian dkk., 2014).

## 1.2 Rumusan Masalah

Dari uraian latar belakang diatas maka dapat dirumuskan permasalahan yang akan dikaji adalah:

1. Seberapa besar pengaruh penambahan material CNT dan GO terhadap kuat tekan mortar beton dengan HVFA.
2. Seberapa besar pengaruh penggunaan material CNT dan GO terhadap intensitas senyawa kimia dengan metode XRD pada mortar beton dengan HVFA.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah diatas maka tujuan dalam penelitian ini adalah:

1. Menghasilkan mortar beton dengan kuat tekan yang tinggi dan mengoptimalkan pemanfaatan limbah *fly ash* berskala *high volume* dengan penambahan CNT dan GO,
2. Mengetahui komposisi intensitas senyawa kimia dengan metode XRD yang terkandung pada mortar beton dengan campuran CNT dan GO pada limbah *fly ash* berskala *high volume*.

#### 1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dalam penelitian ini adalah:

1. Mortar dengan kuat tekan yang tinggi menjadi salah satu alternatif penggunaan material nano pada bahan mortar.
2. Pemanfaatan limbah *fly ash* untuk mengurangi pencemaran lingkungan.
3. Mortar dengan nano dan *high volume fly ash* dapat diaplikasikan pada 3D *printing* material.

#### 1.5 Ruang Lingkup dan Batas Penelitian

Agar penelitian ini lebih efektif, terarah dan dapat dikaji lebih mendalam lagi maka diperlukannya ruang lingkup dan batas penelitian ini adalah:

1. Penelitian dilakukan di laboratorium Teknik Sipil Universitas Malikussaleh.
2. Nano material CNT dispersi jenis *Multi Walled* dan GO disperse.
3. *Fly ash* yang digunakan dari PLTU Pangkalan Susu yang termasuk dalam kategori tipe C.
4. Pasir berasal dari sungai Juli, Bireuen dan lolos ayakan nomor 16 (1,18mm) perangkat saringan untuk agregat halus.
5. Faktor air semen yang digunakan sebesar 0,46 dan SP sebesar 0,5%.
6. Penelitian ini hanya menguji karakteristik hidrasi semen dan kuat tekan mortar dengan (HVFA).
7. Wadah cetakan yang digunakan berupa kubus dengan ukuran 5 x 5 x 5 cm untuk kuat tekan dengan jumlah total benda uji 45 sampel untuk variasi (GO) *Graphene Oxide* 0.01%, 0.02%, 0.03%, 0.04%, dan 0.05% dan CNT memiliki variasi 0.01%
8. Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur benda uji 3,7,dan 28 hari.

#### 1.6 Metode Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimental dengan cara membandingkan hasil uji sifat mekanis pada mortar kontrol dan mortar variasi dimana rancangan *mix design* yang digunakan sama. Pada mortar kontrol, material yang digunakan berupa semen, pasir, air, SP, *fly ash*, sementara pada mortar variasi menggunakan semen, pasir, air, SP, *fly ash*, CNT dan GO.

Dilakukannya pengujian kuat tekan dan karakteristik hidrasi semen untuk mendapatkan hasil pengujian yang akan membandingkan mortar kontrol dengan mortar variasi agar bisa menarik kesimpulan pengaruh penambahan CNT dan variasi GO terhadap mortar beton dengan HVFA.

Penelitian ini diawali dengan penelusuran studi literature menurut beberapa referensi yang berkaitan dengan judul proposal yang diangkat. Tahapan berikutnya adalah mempersiapkan material seperti semen Portland, semen yang digunakan adalah semen tipe I jenis semen padang, pasir yang digunakan adalah pasir sungai Juli Kab. Bireuen, *fly ash* yang digunakan adalah limbah dari PLTU Pangkalan Susu, CNT yang digunakan adalah produk Maxlab, GO yang digunakan produk dari Itano dan air yang digunakan adalah air isi ulang. Pengujian sifat fisis ini berupa pengujian berat jenis semen, berat jenis pasir, pengujian analisa jaringan, dan pengujian berat volume pasir.

Perhitungan *mix design* berdasarkan pada (SNI 03-6825-2002) yang telah termodifikasi dari FAS dan juga *trial and error*, benda uji yang akan dibuat untuk pengujian kuat tekan memakai cetakan berbentuk kubus berukuran 5cm x 5cm x 5cm. pada kuat tekan pengujian dilakukan pada umur 3,7, dan 28 hari sedangkan karakteristik hidrasi semen menggunakan 5 sampel variasi GO dan satu mortar acuan pengujian pada alat dilakukan selama waktu 24 jam dengan menggunakan pengujian XRD (*X-Ray Diffraction*).

### **1.7 Hasil Penelitian**

Berdasarkan hasil penelitian mortar beton HVFA dengan substitusi nanomaterial CNT dan GO terjadi peningkatan kuat tekan dengan penggunaan variasi GO dari rentang 0,01%-0,03% dan kemudian mengalami penurunan pada variasi GO 0,04%-0,05%. Nanomaterial berupa CNT 0,01% dan GO 0,03% mendapatkan nilai kuat tekan maksimum pada umur 28 hari sebesar 26 Mpa dengan persentase peningkatan sebesar 14,54% terhadap mortar kontrol HVFA.

Hasil dari pengujian karakteristik hidrasi semen dengan metode XRD didapatkan pembentukan senyawa berupa C-S-H, C-A-S-H, *ettringite*, *portlandite*, *calcium carbonate*, *quartz* ini adalah senyawa yang umum didapatkan

pada reaksi hidrasi semen. Pada pengujian XRD setiap variasi memiliki fasa kristalisasi pada *peaks* yang muncul pada variasi optimum CNT 0,01% dan 0,03% GO memiliki pembentukan fasa kristalisasi kompleks, terlihat pada puncak dengan intensitas tertinggi dibandingkan dengan variasi mortar lainnya.

## **BAB II**

### **TINJAUAN KEPUSTAKAAN**

#### **2.1 Mortar**

Mortar adalah adukan campuran yang terdiri dari pasir, bahan perekat, dan air. Bahan perekat dapat berupa tanah liat, kapur maupun semen portland dan air. Bila tanah yang dipakai sebagai bahan perekat disebut mortar lumpur (*mud mortar*) dan begitu pula bila semen portland yang dipakai disebut mortar semen. Fungsi mortar adalah menambah perekatan dan ketahanan ikatan dengan bagian-bagian penyusun konstruksi. Kekuatan mortar tergantung pada kohesi pasta semen terhadap partikel agregat halusnya, pada umumnya masyarakat menggunakan serbuk kapur untuk campuran mortar karena harganya murah dibandingkan semen, maka dari itu pembuatan mortar dengan HVFA lebih efisien dikarenakan pemanfaatan limbah batu bara. Dalam mortar memiliki kandungan agregat  $\pm 68\%$ , semen  $\pm 11\%$ , air  $\pm 17\%$  dan udara  $\pm 4\%$  (Zuraidah & Hastono, 2018). Sebagai konstruksi struktural, mortar direncanakan untuk menahan gaya tekan (sebagai pengikat batu bata pada dinding maupun pondasi), untuk itu perlu diketahui besar kuat tekan yang dapat ditahan oleh mortar baik pada saat proses pembangunan maupun setelah konstruksi direncanakan dapat menahan seluruh beban, (Adi, 2009).

Fungsi utama mortar adalah menambah kelekatan penahanan ikatan dengan bagian-bagian penyusun suatu konstruksi, mortar harus tahan terhadap penyerapan air serta kekuatan gesernya dapat memikul gaya-gaya yang bekerja pada mortar tersebut, jika penyerapan air pada mortar terlalu besar atau cepat, maka mortar akan mengeras dengan cepat dan kehilangan ikatan adhesinya (Putri, 2008). Mortar beton dengan segala kemajuan dan evolusinya tetap menjadi pilar utama dalam dunia konstruksi modern. Dengan kemampuannya untuk memberikan fondasi yang kokoh dan memberdayakan berbagai jenis struktur, mortar beton bukan hanya bahan konstruksi biasa, melainkan penanda kehandalan dan ketahanan dalam dunia pembangunan. Mortar merupakan material komposit yang digunakan untuk mengikat bata dan batu, serta mengisi celah komponen.