

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Material berbahan dasar semen banyak digunakan dalam berbagai konstruksi konstruksi seperti gedung, jembatan, dan bendungan karena kuat tekannya yang sangat baik. Pembuatan mortar dengan volume tinggi dapat mengurangi pencemaran lingkungan seperti emisi CO₂ yang dihasilkan oleh industri pembuatan semen, ada beberapa faktor yang perlu diperhatikan yaitu kualitas bahan dasar semen, perbandingan campuran semen dengan air dan lama pengeringan semen setelah digunakan. Semakin banyak semen yang dibutuhkan maka semakin besar pula produksi yang harus dikeluarkan. Oleh karena itu, untuk mengurangi penggunaan semen yang begitu banyak, perlu diganti dengan bahan yang tidak merusak lingkungan. Bahan alternatif atau alternatif pengganti semen adalah limbah pembakaran batu bara yaitu fly ash.

Fly ash (abu terbang) adalah salah satu residu yang dihasilkan dalam pembakaran dan terdiri dari partikel-partikel halus. Abu yang tidak disebut bottom ash. Dalam dunia industri, *fly ash* biasanya mengacu pada abu yang dihasilkan selama pembakaran batu bara. *Fly ash* umumnya ditangkap oleh electrostatic precipitators atau peralatan filtrasi partikel lain sebelum gas buang mencapai cerobong asap batu bara pembangkit listrik, dan bersama-sama dengan bottom ash dihapus dari bagian bawah tungku dalam hal ini bersama-sama dikenal sebagai batu bara. Penurunan kuat tekan awal beton tersebut terutama disebabkan oleh reaksi pozzolan yang lebih lambat antara *fly ash* dan Ca(OH)₂ sebagai produk hidrasi dari semen, dibandingkan dengan hidrasi semen Portland. Oleh karena itu, diperlukan material yang dapat memperbaiki kinerja struktur beton seperti partikel nano (Senff et al., 2012).

Material nano memiliki karakteristik dan sifat propertinya yang sangat baik (Papanikolaou, Arena, and Al-Tabbaa 2019; Sobolev 2016). Penambahan sejumlah kecil bahan nano dapat meningkatkan sifat mekanik beton secara signifikan

(misalnya kuat tekan) (Konsta-Gdoutos, Metaxa, and Shah 2010). Bahan nano yang paling populer yang digunakan dalam campuran beton diantaranya Nano Silica (NS), *Graphene Oxide* (GO), dan *Carbon Nanotube* (CNT), karena pengaruhnya yang sangat baik terhadap kinerja beton (Long et al. 2022; Xiao et al. 2019).

Menurut Dw andaru et al. (2019), *carbon nanotube* (CNT) adalah sejenis bahan nanofiber dengan sifat tarik dan ketangguhan yang luar biasa, dan kekuatan tariknya 100 kali lebih besar dari baja. Selain itu, sebagai mikrofiber, *Carbon nanotube* (CNT) tidak hanya dapat menghambat munculnya dan perkembangan retakan mikro pada material berbasis semen.

Menurut Dw andaru et al. (2019), *graphene oxide* (GO) adalah karbon yang saling berikatan dan membentuk sebuah lapisan 2D. Lapisan ini mempunyai ketebalan sebanding dengan ukuran atom karbon. *Graphene oxide* telah terbukti secara signifikan meningkatkan sifat mekanik bahan berbasis semen. *Graphene oxide* diterapkan untuk mengoptimalkan kinerja material berbasis semen karena sifatnya yang unik. Dilaporkan bahwa menambahkan 1,5% berat *graphene oxide* (GO) meningkatkan kekuatan tekan sebesar 53% (Penelitian et al., 2021).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang dikemukakan, dapat diidentifikasi rumusan masalah baru yaitu :

1. Seberapa besar pengaruh penambahan *Carbon nanotube* (CNT) dan *Graphene oxide* (GO) terhadap kuat tekan mortar dengan *high volume fly ash*.
2. Seberapa besar pengaruh penambahan *Carbon nanotube* (CNT) dan *Graphene oxide* (GO) terhadap *microstructure* mortar dengan *high volume fly ash*.

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka secara khusus penelitian bertujuan sebagai berikut:

1. Mengetahui besarnya pengaruh penambahan *Carbon nanotube* (CNT) dan *Graphene oxide* (GO) terhadap kuat tekan mortar dengan *high volume fly ash*.

2. Mengetahui besarnya pengaruh penambahan *Carbon nanotube* (CNT) dan *Graphene oxide* (GO) terhadap *microstructure* mortar dengan *high volume fly ash*.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan ilmu dan informasi yang bermanfaat dalam pengetahuan. Terdapat manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Dapat meningkatkan kuat tekan mortar dengan kualitas yang bagus sehingga menjadi salah satu alternatif material yang ramah lingkungan.
2. Memanfaatkan limbah batu bara yaitu *fly ash* dengan harapan dapat menjaga lingkungan yang diakibatkan dari produksi semen portland yang terlalu banyak diindonesia.

1.5 Ruang lingkup dan Batas Penelitian

Untuk mempermudah dalam mengevaluasi permasalahan agar tidak menyimpang dari pokok permasalahan sesuai dengan judul penelitian, maka diberikan beberapa batasan masalah sebagai berikut:

1. Faktor air semen sebesar 0.46 dan *super plastilizer* sebesar 1,8%
2. Penelitian ini hanya menguji kuat tekan dan SEM mortar *high volume fly ash*
3. Wadah cetakan yang digunakan berupa kubus dengan ukuran 5 x 5 x 5 cm untuk kuat tekan.
4. Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur benda uji 3, 7, dan 28 hari.
5. Pengujian kuat tekan rencana adalah 35 Mpa.

1.6 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Dimulai dari pencarian atau penelusuran studi literatur. Selanjutnya masuk ke tahap persiapan material yaitu semen OPC (*Ordinary Cement Portland*), pasir, air, *fly ash*, *Carbon nanotube* (CNT), *Graphene oxide* (GO) dan *superplastilizer* (SP). Setelah persiapan material dilakukan masuk ke tahap pengujian sifat fisis dari material yang akan digunakan untuk mengetahui

kelayakan material sesuai dengan standar, kemudian dilanjutkan dengan perhitungan *mix design* dan *trial and error*.

Ukuran sampel mortar yang digunakan berbentuk kubus dengan ukuran 5 cm x 5 cm x 5 cm. Pengujian sifat mekanis yaitu kuat tekan dan *microstructure* ,pada pengujian kuat tekan dilakukan setelah perawatan mortar pada umur 3, 7, dan 28 hari sedangkan pengujian *microstructure* diambil dari sampel setelah pengujian kuat tekan dilakukan.

1.7 Hasil Penelitian

Berdasarkan hasil penelitian mortar beton yang disubstitusikan *High Volume Fly Ash Mortar* (HVFMA) dengan nano *Carbon nanotube* dan *Graphene oxide* (CNG) terjadi peningkatan kuat tekan dengan penggunaan *Graphene oxide* (GO) dari 0,01%-0,03% dan kemudian mengalami penurunan pada penambahan *Graphene oxide* (GO) sebesar 0,04%-0,05%. Kuat tekan HVFMA dengan nano *Carbon nanotube* dan *Graphene oxide* (CNG) pada umur 3, 7 dan 28 hari mengalami peningkatan rata-rata sebesar 15,7% dibandingkan dengan sampel HVFMA tanpa nano *Carbon nanotube* dan *Graphene oxide* (CNG). Sampel *Carbon nanotube* dan *Graphene oxide* (CNG) variasi 0,03% memiliki kuat tekan paling tinggi dari kuat tekan *High Volume Fly Ash Mortar* (HVFMA) tanpa nano *Carbon nanotube* dan *Graphene oxide* (CNG) pada umur 28 hari. Penggunaan *Graphene oxide* (GO) dalam mortar dapat memperbaiki porositas atau mengurangi pori. Dari hasil pengujian maka diketahui bahwa substitusi *Graphene oxide* (GO) sangat berpengaruh terhadap kuat tekan dan mikrostruktur mortar yang membuat kuat tekan mortar meningkat. Hal ini disebabkan karena penggunaan *Graphene oxide* (GO) dapat mengisi kekosongan pada mortar, sehingga mortar menjadi lebih padat dan pori pada mortar berkurang. Banyaknyapori pada mortar sangat berpengaruh besar terhadap kuat tekan dan mikrostruktur mortar