

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Sejarah beton geopolimer dimulai pada tahun 1978 ketika Joseph Davidovits memperkenalkan istilah "geopolimer" untuk menggambarkan bahan pengikat mineral yang memiliki komposisi kimia mirip dengan zeolit, tetapi dengan struktur yang lebih amorf[1]. Geopolimer terbuat dari bahan-bahan pozzolan seperti *fly ash* yang diaktifkan dengan larutan alkali, seperti natrium hidroksida (NaOH) dan natrium silikat (Na_2SiO_3). Proses ini menghasilkan ikatan yang kuat dan tahan terhadap berbagai kondisi lingkungan, menjadikannya alternatif yang menarik untuk beton konvensional berbasis semen[2]. Sejak saat itu, penelitian mengenai geopolimer terus berkembang, dengan fokus pada peningkatan sifat mekanik dan ketahanan terhadap korosi, serta pengurangan emisi karbon dioksida yang dihasilkan dari produksi semen konvensional.

Secara material, beton geopolimer menawarkan sejumlah keuntungan dibandingkan beton konvensional, termasuk daya tahan yang lebih baik terhadap suhu tinggi dan lingkungan korosif. Hal ini disebabkan oleh struktur kimia yang terbentuk selama proses polimerisasi, di mana silika dan alumina dari bahan pozzolan berinteraksi dengan alkali untuk membentuk jaringan tiga dimensi yang kuat[3]. Penelitian yang dilakukan oleh Yilmazer menunjukkan bahwa penggunaan bahan tambahan seperti *silica fume* dapat meningkatkan kekuatan tekan dan ketahanan beton geopolimer, karena *silica fume* berfungsi sebagai pengisi yang menghaluskan pori dan meningkatkan densitas matriks beton[4]. Sementara itu, *perlite*, yaitu material vulkanik yang terutama mengandung silika dan alumina. *Perlite* memiliki sifat pozzolanik, yang berarti dapat membentuk senyawa yang memperkuat material seperti geopolimer [5].

Pasta, mortar, dan beton merupakan tiga material konstruksi yang memiliki peran penting dalam industri konstruksi modern. Pasta adalah campuran antara semen dan air yang bertindak sebagai perekat dalam beton dan mortar. Pasta ini berperan penting dalam proses hidrasi semen yang menghasilkan kekuatan pada beton. Beton adalah campuran antara agregat kasar (seperti batu) dan agregat halus

(seperti pasir), yang dipadukan dengan pasta semen untuk membentuk material yang kuat dan tahan lama. sedangkan mortar adalah campuran pasta dengan agregat halus saja, yang biasanya digunakan sebagai perekat batu bata atau blok. Komposisi dan rasio bahan-bahan tersebut mempengaruhi sifat mekanis serta durabilitas beton dan mortar yang dihasilkan.[6].

Berbeda dengan beton konvensional yang mengandalkan hidrasi semen sebagai pengikat, beton geopolimer didalam kandungan campuran penyusun materialnya tidak menggunakan semen sama sekali. *Fly ash*, sebagai produk sampingan dari pembakaran batubara, telah menjadi bahan utama dalam pengembangan beton geopolimer karena kandungan silika (SiO_2) dan alumina (Al_2O_3) yang tinggi. Penggunaan *fly ash* dalam beton geopolimer tidak hanya berkontribusi pada keberlanjutan dengan memanfaatkan limbah industri, tetapi juga meningkatkan sifat mekanik dan ketahanan material[7]. *fly ash* dapat bereaksi untuk membentuk ikatan yang kuat dalam matriks beton, menghasilkan material yang memiliki kekuatan dan daya tahan yang baik. Penelitian terbaru menunjukkan bahwa penggunaan *fly ash* dalam beton geopolimer tidak hanya meningkatkan sifat mekanik seperti kuat tekan, tetapi juga berkontribusi pada pengurangan emisi karbon dioksida, menjadikannya pilihan yang lebih ramah lingkungan dalam industri konstruksi[8].

Dikutip dari media pemberitaan Kompas.com yang rilis pada 15 desember 2022 peristiwa kebakaran pada tahun 2022 di universitas abulyatama aceh mengakibatkan Gedung C Kampus Abulyatama roboh setelah terbakar selama hampir satu jam lamanya. robohnya bangunan yang terbuat dari dinding beton ini terjadi karena sifat panas yang dihasilkan oleh api saat terbakar. Penelitian yang dilakukan oleh amran mugahed, beton konvensional yang terkena suhu tinggi atau dibakar mengalami penurunan sifat fisik dan mekanis akibat perubahan struktur internal, seperti dehidrasi pasta semen dan kerusakan mikrostruktur, yang menyebabkan penurunan kekuatan tekan dan risiko spalling (terlepasnya lapisan permukaan beton) [9]

Penulis menggunakan *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR) untuk memahami gugus fungsi pada beton geopolimer yang telah melalui proses pembakaran baik yang tidak terbakar maupun yang dibakar pada suhu 900°C

selama 2 jam. Dalam penelitian ini, *fly ash* ditetapkan sebesar 75% dari total bahan dalam campuran beton geopolimer. Penetapan proporsi tersebut didasarkan pada pertimbangan penelitian sebelumnya yang menunjukkan beton geopolimer dengan komposisi *fly ash* 75% menunjukkan kekuatan menunjukkan stabilitas terbaik terhadap suhu tinggi (alamsyah 2024), meningkatkan kuat tekan (thupail, et al 2025) serta sifat mekanis lain (verma 2020; nur 2025). selain itu *fly ash*, khususnya tipe F, merupakan sumber utama silika (SiO_2) dan alumina (Al_2O_3) yang sangat diperlukan dalam proses geopolimerisasi. Sehingga Penggunaan *fly ash* dalam proporsi tinggi juga mendukung tujuan keberlanjutan dengan mengurangi emisi CO_2 dan pemanfaatan limbah industri.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan pemaparan dari latar belakang maka untuk identifikasi masalahnya adalah:

1. Beton konvensional memiliki keterbatasan terhadap suhu tinggi dan lingkungan ekstrem, seperti yang ditunjukkan pada kasus kebakaran Gedung C Universitas Abulyatama Aceh. Hal ini menunjukkan perlunya pembuatan material alternatif yang memiliki ketahanan lebih baik terhadap suhu tinggi untuk bangunan atau gedung
2. Ketergantungan industri konstruksi pada beton konvensional yang berbasis semen portland masih tinggi, meskipun diketahui bahwa produksi semen menyumbang emisi karbon dioksida (CO_2) dalam jumlah besar, yang berdampak negatif terhadap lingkungan.
3. Perlunya penelitian untuk mengetahui pengaruh penambahan *silica fume* dan *perlite* dalam beton geopolimer, khususnya dalam ketahanan terhadap suhu tinggi dan perubahan gugus fungsi setelah pembakaran.

1.3 Pembatasan Masalah

Berdasarkan penjelasan latar belakang dan identifikasi masalah maka penulis membatasi masalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini berfokus pada pengujian ketahanan api dari material beton geopolimer
2. Pengujian karakterisasi gusus fungsi beton geopolimer tidak terbakar dan terbakar hanya menggunakan FT-IR (*Fourier Transform Infrared*).

3. Kandungan campuran penyusun beton geopolimer menggunakan campuran *fly ash*, *perlite*, dan *silica fume* dengan persentase pada Sub Bab 3.2.2 Tabel 3.2
4. Uji bakar beton dilakukan menggunakan tungku bakar dengan suhu 900°C selama 2 jam
5. Curing beton dengan air dilakukan selama 28 hari

1.4 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, perumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh variasi komposisi *fly ash*, *perlite* dan *silica fume* terhadap kuat tekan beton geopolimer?
2. Bagaimana karakteristik ikatan kimia yang terbentuk dalam beton geopolimer dapat dianalisis menggunakan FTIR?
3. Bagaimana hubungan analisis gugus fungsi dengan nilai kuat tekan beton geopolimer kondisi bakar dan tidak bakar ?

1.5 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Menganalisis pengaruh uji bakar beton geopolimer terhadap gugus fungsi pada beton geopolimer dari variasi komposisi *fly ash*, *perlite* dan *silica fume* yang tidak terbakar dan terbakar.
2. Menganalisis perbedaan gugus fungsi beton geopolimer sebelum dan sesudah pembakaran berdasarkan variasi komposisi *fly ash*, *perlite*, dan *silica fume* dengan alat FTIR.
3. Menganalisis hasil FTIR terhadap hasil kuat tekan beton geopolimer.

1.6 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Memberikan pemahaman yang lebih baik mengenai pengaruh komposisi bahan terhadap sifat mekanik beton geopolimer, sehingga dapat meningkatkan kualitas material konstruksi.
2. Menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya dalam pengembangan material beton yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan, serta memberikan kontribusi terhadap pengurangan emisi karbon dioksida dalam produksi beton.