

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Kebakaran adalah salah satu bencana yang dapat mengakibatkan dampak merugikan, baik berupa korban jiwa maupun kerugian material yang berpotensi di berbagai lokasi[1]. Ancaman kebakaran dimulai dari timbulnya api kecil kemudian dapat berkembang menjadi api dalam skala besar yang disertai dengan penyebaran asap dan gas-gas berbahaya sehingga dapat menjadi potensi bahaya yang serius[2]. Kebakaran dapat terjadi karena adanya reaksi kimia yang berasal dari oksigen (O_2), bahan bakar (*fuel*), dan panas[3]. Kejadian kebakaran marak terjadi di area padat terutama wilayah perkotaan seperti DKI Jakarta. Pada tahun 2023, tercatat 2.286 kejadian kebakaran dengan kasus terjadi di perumahan dan 32 kasus di area industri[4], sementara pada tahun 2024, terjadi 788 kejadian kebakaran yang mengakibatkan 1.382 unit rumah tinggal serta 440 unit kios atau ruko[5].

Bangunan memerlukan komponen perlindungan kebakaran yang efektif untuk menahan penyebaran api, karena kebakaran yang tidak terkendali dapat menyebabkan kerusakan properti yang parah dan membahayakan keselamatan manusia. Salah satu langkah penting untuk melindungi bangunan dari risiko kebakaran adalah dengan menerapkan perlindungan terhadap risiko kebakaran[6]. Penggunaan proteksi kebakaran pasif adalah salah satu cara untuk mengendalikan penyebaran kebakaran dan membantu dalam evakuasi serta penyelamatan penghuni bangunan dengan fokus pada ketahanan struktur bangunan[7].

Kompartemen kebakaran merupakan salah satu penerapan dari proteksi kebakaran pasif yaitu dengan memisahkan setiap bagian dalam bangunan menggunakan penghalang kebakaran seperti dinding dan lantai yang dirancang memiliki ketahanan terhadap penyebaran api. Tujuan kompartemen kebakaran ini adalah untuk membatasi penyebaran api dalam suatu area tertentu sehingga tidak merambat ke area lain. Untuk mewujudkan sistem kompartemen kebakaran yang efektif diperlukan

penggunaan material tahan api seperti beton yang paling sering digunakan sebagai dinding pada kompartemen antar bangunan[2, 8]. Beton merupakan bahan utama dan yang paling banyak digunakan dalam konstruksi bangunan. Beton yang biasa digunakan dalam dunia konstruksi berbahan dasar material semen *portland* yang dalam pembuatannya berkontribusi terhadap peningkatan emisi gas CO₂, sehingga menjadi salah satu sumber polusi udara pada lingkungan. Emisi gas CO₂ yang dihasilkan dari aktivitas manusia, produksi semen *portland* berkontribusi sekitar 5-8% dari jumlah tersebut[9]. Seiring dengan penggunaan semen *portland* untuk konstruksi, pasokan semen di dunia semakin berkurang di setiap tahunnya. Faktor itulah yang menjadi salah satu pendorong mengembangkan alternatif beton berbahan dasar semen *portland*[10]. Pengembangan material alternatif yang mengandung unsur oksida silika dan alumina menjadi kebutuhan penting untuk menggantikan penggunaan semen. Peningkatan kualitas dan kekuatan beton dapat dicapai melalui modifikasi komposisi campuran dengan menambahkan material *pozzolan* yang sekaligus berfungsi meminimalkan penggunaan semen[11]. Salah satu solusi potensial untuk mengurangi dampak pemanasan global adalah menggunakan beton geopolimer [12].

Beton geopolimer merupakan beton yang diperkenalkan oleh Davidovits merupakan beton yang sama sekali tidak menggunakan semen dalam komposisinya. Sumber material yang digunakan untuk menggantikan campuran beton semen *portland* salah satunya yaitu menggunakan *fly ash* (abu terbang) yang merupakan produk dari pembakaran batu bara[10]. Pemanfaatan *fly ash* juga sebagai solusi untuk mengurangi masalah lingkungan, karena *fly ash* berdasarkan PP No. 21 Tahun 2021 termasuk ke dalam limbah non-B3 yang tidak boleh dibuang dengan sembarangan dan untuk mengatasi hal tersebut, salah satunya dimanfaatkan sebagai bahan dasar pembuatan beton geopolimer[13].

Pembuatan beton geopolimer berbahan dasar *fly ash* memerlukan bahan pengikat dengan penambahan alkali aktivator berupa Natrium Hydroxide (NaOH) dan Natrium Silikat(Na₂SiO₃)[14]. Alkali aktivator ini berperan penting dalam proses pengikatan oksida silika yang terkandung dalam *fly*

ash, mengkatalisasi reaksi kimia dan membentuk struktur ikatan polimer[15]. Selain itu, *perlite* juga dapat ditambahkan ke dalam campuran beton geopolimer. Karena, terdapat kandungan silika oksida dan alumina oksida pada *perlite* [16].

Aziz., dkk (2021)[17] meneliti tentang *pozzolan* yang dicampur dengan *perlite*. Penambahan *perlite* mempengaruhi pembentukan dari geopolimer. Dengan menambahkan *perlite* 40% maka, dapat menghasilkan geopolimer dengan kekuatan tekan mencapai 50 MPa. Peningkatan kuat tekan juga diperoleh pada penelitian Bassam A., dkk (2022)[18]. Dimana penambahan *polypropylene fiber* meningkatkan kekuatan tekan dan modulus elastisitas. Dari 0% hingga 2,27% serat *polypropylene* yang ditambahkan, terjadi peningkatan dalam dua sifat tersebut pada beton, dimana *polypropylene fiber* berfungsi sebagai penghubung. Hasil positif juga diperoleh dalam penelitian Aulia., dkk (2020)[19] yang menunjukkan bahwa kandungan *polypropylene fiber* sebesar 0,2% dari volume mampu menghasilkan resistensi maksimal terhadap paparan temperatur tinggi, dimana kondisi ini menunjukkan degradasi kuat tekan yang relatif kecil sekaligus meningkatkan sifat daktilitas material yang baik.

Penelitian Lahoti, dkk (2018)[20] beton geopolimer mengalami penurunan kekuatan ketika terpapar temperatur mencapai 900°C. Meskipun secara mikro menunjukkan stabilitas kimia yang kuat, namun terjadi ketidakstabilan serta pengurangan volume yang signifikan. Mengacu SNI 03-1736-2000 yang menetapkan bahwa bangunan kantor, bangunan penyimpanan, bangunan umum memiliki tingkat ketahanan api selama 2 jam[2]. Berdasarkan penelitian Lahoti (2018) dan SNI 03-1736-2000, pengujian bakar pada beton geopolimer dalam penelitian ini dilakukan dengan paparan temperatur 900°C selama 2 jam untuk menguji tingkat ketahanan api serta perubahan karakteristik mikro khususnya kristalinitas pada beton geopolimer.

Untuk menganalisis kristalinitas tersebut, digunakan alat *X-Ray Diffraction* yang bertujuan mengidentifikasi keteraturan struktur dari material kristalin dan material non-kristalin. Hasil XRD dapat menentukan

konstanta kisi, fase, dan derajat kristalinitas pada material penyusun beton geopolimer[21, 22].

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi komposisi *fly ash*, *perlite*, dengan tambahan *polypropylene fiber* terhadap kristalinitas dan kuat tekan beton geopolimer tidak dibakar dan dibakar pada temperatur 900°C.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, masalah yang dapat diidentifikasi dalam penelitian ini adalah:

1. Inovasi material untuk proteksi pasif merupakan kebutuhan penting dalam upaya meningkatkan keselamatan bangunan.
2. Belum diketahuinya komposisi optimal beton geopolimer berbahan *fly ash*, *perlite*, dan *polypropylene fiber* untuk proteksi kebakaran pasif.
3. Belum diketahuinya analisis karakteristik mekanik dan kristalinitas pada beton geopolimer dengan komposisi *fly ash*, *perlite*, dan *polypropylene fiber* untuk mengetahui hasil dari perlakuan beton geopolimer tidak dibakar dan dibakar.

1.3 Pembatasan Masalah

Agar penelitian ini lebih fokus dan dapat dilakukan dengan baik, maka dilakukan beberapa pembatasan masalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya menganalisis beton tahan api berjenis beton geopolimer.
2. Komposisi beton geopolimer yang dikembangkan dengan komposisi *fly ash*, *perlite*, *polypropylene fiber* dari persentase rasio total berat ketiga bahan dasar tersebut mencapai 100%.
3. Peneliti menguji karakteristik mekanik dan kristalinitas pada beton geopolimer dengan menggunakan uji kuat tekan, dan analisis XRD antara kondisi tidak dibakar dan dibakar pada temperatur 900°C selama 2 jam.

1.4 Rumusan Masalah

Berdasarkan dari pembahasan latar belakang, identifikasi masalah, dan batasan masalah yang telah diuraikan, penulis menyusun rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik beton geopolimer dengan komposisi *fly ash*, *perlite*, dan *polypropylene fiber* pada berbagai variasi rasio campuran?
2. Bagaimana pengaruh perlakuan pembakaran pada temperatur 900 C selama 2 jam terhadap kuat tekan dan kristalinitas beton geopolimer dengan komposisi *fly ash*, *perlite*, dan *polypropylene fiber*?

1.5 Tujuan Penelitian

Laporan penulisan dibuat dengan tujuan sebagai berikut:

1. Menganalisis karakteristik beton geopolimer berdasarkan variasi rasio komposisi *fly ash*, *perlite*, dan *polypropylenen fiber*, sebelum dibakar maupun sesudah pembakaran.
2. Mengetahui pengaruh perlakuan pembakaran pada temperatur 900°C selama 2 jam terhadap kuat tekan dan kristalinitas pada beton geopolimer dari setiap variasi komposisi.

1.6 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini sebagai berikut :

1. Meningkatkan dan memperluas pengetahuan serta wawasan penulis.
2. Menambah wawasan tentang proteksi kebakaran pasif menggunakan beton tahan api berjenis beton geopolimer.
3. Penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi dalam pengembangan beton geopolimer komposisi *fly ash*, *perlite*, dan *polypropylene fiber*.
4. Menjadi sumber referensi dari penelitian beton geopolimer, terutama mengenai karakterisasi menggunakan XRD yang berbahan dasar *fly ash*, dan *perlite* ditambah dengan *polypropylene fiber*.