

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sistem proteksi kebakaran merupakan suatu sistem keamanan yang ada pada bangunan yang memiliki fungsi sebagai pencegahan terhadap kerusakan atau kerugian baik secara materi maupun non-materi yang terjadi akibat bencana kebakaran [1]. Sistem proteksi kebakaran terbagi ke dalam 3 bagian yaitu sistem proteksi kebakaran aktif, sistem proteksi kebakaran pasif, dan manajemen keselamatan kebakaran [2]. Sistem proteksi kebakaran aktif merupakan perangkat yang secara langsung dapat mendeteksi, memadamkan atau mengendalikan bahaya kebakaran. Proteksi kebakaran aktif dapat mendeteksi kebakaran sejak dini yang berfungsi agar kebakaran tidak meluas sehingga dapat meminimalisir kerugian [3]. Sistem *detector* kebakaran, *sprinkler* otomatis, *fire hydrant*, *fire alarm* serta alat pemadam api ringan (APAR) merupakan alat yang termasuk ke dalam sistem proteksi aktif [4].

Proteksi kebakaran pasif dirancang untuk membatasi penyebaran api dan asap, serta memberikan waktu evakuasi yang cukup bagi penghuni dan melindungi kerusakan fisik pada bangunan gedung [5]. Berbeda dengan sistem proteksi aktif, proteksi pasif tidak memerlukan pengoperasian manual atau otomatis saat terjadi kebakaran, melainkan bekerja secara alami berdasarkan material dan desain yang dipergunakan. Menurut PERMEN PU No. 26 Tahun 2008 yang termasuk kedalam sistem proteksi pasif secara garis besar yaitu *fire resisstant walls*, *fire doors and windows*, *fire dampers*, *fire barriers* hingga *fire proofing* [6]. Pemilihan material yang tepat pada sistem proteksi pasif sangat krusial dalam mencegah eskalasi kebakaran sehingga dapat menjaga integritas struktur bangunan selama periode tertentu [7]. Dikutip dari artikel pemberitaan Pusiknas Bareskrim Polri yang di rilis pada 18 Oktober 2024 didapat data dari aplikasi DORS SOPS Polri mencatat pada periode Januari - 7 Oktober 2024 telah terjadi 935 kejadian kebakaran di Indonesia dengan mayoritas terjadi pada perumahan atau permukiman sebanyak 704 rumah dengan persentase 75,29%. Kebakaran yang terjadi pada permukiman ini dapat menyebabkan adanya korban jiwa jika struktur bangunannya tidak memadai, sehingga diper-

lukan pencegahan dini agar struktur ini dapat bertahan lebih lama untuk mengoptimalkan proses evakuasi korban bencana kebakaran di pemukiman. Penelitian yang dilakukan oleh Trisni Bayuasri menyatakan bahwa jika beton terpapar pada suhu tinggi akan dapat mempengaruhi kekuatan serta kekakuan dari struktur beton sehingga menghasilkan keretakan bahkan hingga mengelupas (*spalling*) pada beton [8].

Pada umumnya bangunan di Indonesia menggunakan semen *portland* sebagai bahan penyusun beton yang menjadi struktur utama bangunan [9]. Proses pembuatan semen *portland* menghasilkan 5-7% gas CO₂ yang mana hal ini menimbulkan efek rumah kaca yang dapat merusak lingkungan, sehingga muncul inovasi pemanfaatan bahan limbah industri sebagai alternatif pengganti campuran beton [10]. Kandungan semen dalam beton diganti dengan bahan limbah industri buangan yang lebih ramah lingkungan karena memiliki emisi karbon yang lebih rendah sehingga lebih ramah lingkungan dan dapat mengurangi efek rumah kaca [11]. Penggantian campuran beton konvensional dengan bahan sisa limbah industri tersebut disebut dengan beton geopolimer.

Beton geopolimer adalah jenis material beton yang menggunakan bahan pengikat yang berbasis mineral geopolimer untuk pengganti semen *portland* dalam struktur bangunan [11]. Geopolimer terbentuk dari reaksi kimia antara material kaya dengan aluminosilikat dari bahan-bahan *pozzolan* seperti abu terbang (*fly ash*), atau *slag* dengan campuran larutan aktivator alkali [12]. *Fly ash* memiliki kandungan Silika (Si) dan Alumina (Al) yang dapat bereaksi dengan aktivator alkali yang akan menjadi pengikat dari beton geopolimer itu sendiri [13]. Larutan alkali yang digunakan pada penelitian ini yaitu larutan Natrium Hidroksida (NaOH) dan Natrium Silikat (Na₂SiO₃). Campuran *fly ash* dengan alkali aktivator memerlukan waktu sebelum akhirnya bereaksi dan mengeras hingga menjadi beton geopolimer [14]. Binder geopolimer memiliki banyak keunggulan diantaranya lebih ramah lingkungan sebab tidak melepas emisi CO₂ dalam proses pembuatannya, lebih tahan terhadap serangan kimia, serta tahan terhadap suhu yang tinggi [15, 16].

Fire proofing dalam sistem proteksi pasif berfungsi sebagai material pelapis pada elemen struktur bangunan, gunanya yaitu untuk melindungi dari panas yang ekstrim yang dapat melemahkan kekuatan material bangunan serta dapat melindungi struktur bangunan pada saat terjadi kebakaran agar tetap kokoh dan tidak mengalami keruntuhan struktur [17]. Penggunaan lapisan pada elemen struktur bangunan juga berfungsi untuk mencegah terjadinya keretakan mikro pada bangunan. Gejala keretakan mikro pada beton geopolimer sering kali menjadi masalah dalam dunia konstruksi. Hal ini disebabkan oleh tegangan tarik yang terjadi pada beton, jika terus dibiarkan akan menjadi retakan makro [18]. Beton memiliki sifat yang getas sehingga penambahan *polypropylene fiber* dapat menjadi solusi dalam mengatasi keretakan pada beton. *Polypropylene fiber* merupakan bahan dasar dari produk-produk yang berbahan dasar plastik yang umum digunakan. Penggunaan *polypropylene fiber* sebagai bahan tambahan dalam campuran beton geopolimer dapat menjadikan alternatif dari masalah retak yang terjadi akibat pengaruh pembebanan di daerah tarik pada beton geopolimer [18, 19]. Penambahan *polypropylene fiber* yang disebar secara merata pada adukan beton geopolimer dapat menjadi tulangan sehingga diharapkan dapat meningkatkan kekuatan dari beton tersebut [16]. Pada penelitian yang dilakukan oleh Rajab Abousnina dkk menjelaskan bahwa campuran *polypropylene fiber* 0,2% - 0,5% menunjukkan performa kuat tekan yang lebih baik daripada beton geopolimer yang menggunakan campuran *polypropylene fiber* lebih rendah dari nilai tersebut [20].

Karakterisasi beton geopolimer dengan alat FTIR (*Fourier Transform Infrared*) difungsikan untuk mengidentifikasi gugus fungsi yang ada pada beton geopolimer. Prinsip kerja alat FTIR yaitu adanya interaksi antara energi dengan materi. Analisis terhadap gugus fungsi dalam sampel dilakukan dengan membandingkan pita serapan yang terbentuk pada spektrum inframerah [21]. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Salmabanu Luhar Dkk menjelaskan bahwa beton geopolimer yang berbasis *fly ash* dan metakaolin memiliki ketahanan yang lebih baik serta memiliki mikrostruktur yang lebih padat saat dibakar pada suhu tinggi dibandingkan dengan bahan OPC [22].

Melatarbelakangi penelitian yang terdahulu, maka dalam penelitian ini ditambahkan *polypropylene fiber* sebagai *mix* desain dari beton geopolimer berbasis *fly ash* dan *perlite* untuk melihat pengaruh penambahan *polypropylene fiber* pada beton geopolimer terhadap kuat tekan dan gugus fungsi beton geopolimer tidak dibakar dan dibakar pada temperatur 900°C dengan cara menganalisis menggunakan alat FTIR.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan pemaparan dari latar belakang di atas, maka penulis mengidentifikasi beberapa masalah yaitu sebagai berikut:

1. Produksi semen *portland* yang umumnya digunakan untuk pembuatan beton konvensional memiliki dampak negatif dan polusi pada lingkungan, menghasilkan emisi carbon dioksida sebesar 5-7%.
2. Belum diketahui analisis karakterisasi gugus fungsi pada beton geopolimer dengan variasi komposisi *fly ash*, *perlite*, dan *polypropylene fiber* untuk mengetahui pengaruh perlakuan pada beton yang tidak dibakar dan dibakar.
3. Apakah campuran *polypropylene fiber* dapat menjadi *mix* desain yang lebih baik pada beton geopolimer berbasis *fly ash* dan *perlite* untuk meningkatkan sifat mekanik beton geopolimer.

1.3 Pembatasan Masalah

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

1. Pengujian karakterisasi gugus fungsi beton geopolimer dengan menggunakan alat *Fourier Transform Infrared* (FTIR) pada sampel tidak dibakar dan dibakar pada temperatur 900°C selama 2 jam.
2. Kandungan campuran penyusun utama beton geopolimer menggunakan campuran *fly ash* dan *perlite* dengan tambahan *polypropylene fiber* dengan variasi persentase.
3. Karakterisasi yang dianalisis merupakan gugus fungsi pada beton geopolimer yang tidak dibakar dan dibakar dengan membandingkan setiap variasi komposisi agar dapat mengetahui komposisi yang paling optimal.
4. Larutan aktivator yang digunakan adalah natrium silikat (Na_2SiO_3) dan natrium hidroksida (NaOH) dengan molaritas 6M.

5. Beton geopolimer yang di uji berupa silinder dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.
6. Uji bakar pada beton geopolimer menggunakan tungku bakar dengan temperatur 900°C dalam waktu 2 jam.
7. Jumlah beton geopolimer yang di uji 2 buah tiap variasi dibakar dan tidak dibakar jadi total keseluruhan yaitu 10 sampel.
8. Uji kuat tekan beton geopolimer menggunakan alat *Compression Testing Machine* (CTM).
9. *Curing* beton geopolimer dilakukan selama 28 hari.

1.4 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang, identifikasi masalah, dan batasan masalah, maka rumusan masalah terhadap penelitian yang dilakukan yaitu:

1. Bagaimana karakteristik gugus fungsi yang terbentuk dalam beton geopolimer dari variasi komposisi *fly ash*, *perlite*, dan tambahan *polypropylene fiber* ketika di analisis menggunakan alat FTIR?
2. Bagaimana pengaruh variasi komposisi *fly ash*, *perlite*, dan tambahan *polypropylene fiber* terhadap kuat tekan beton geopolimer?
3. Bagaimana pengaruh perlakuan antara beton tidak dibakar dan dibakar dengan temperatur 900°C selama 2 jam terhadap gugus fungsi beton geopolimer dengan variasi komposisi *fly ash*, *perlite*, dan tambahan *polypropylene fiber*?

1.5 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukan penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Mengetahui hasil karakteristik gugus fungsi pada beton geopolimer dari variasi komposisi *fly ash*, *perlite*, dan tambahan *polypropylene fiber* yang tidak dibakar dan dibakar menggunakan alat FT-IR.
2. Mengetahui pengaruh variasi komposisi *fly ash*, *perlite*, dan tambahan *polypropylene fiber* terhadap kuat tekan beton geopolimer.
3. Mengetahui pengaruh perlakuan pembakaran dengan temperatur 900°C selama 2 jam terhadap gugus fungsi beton geopolimer dengan variasi komposisi *fly ash*, *perlite*, dan tambahan *polypropylene fiber*.

1.6 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang dituju dari penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Meningkatkan wawasan serta pengetahuan penulis terkait dengan karakteristik gugus fungsi beton geopolimer tahan api dengan tambahan *polypropylene fiber*.
2. Menjadi sumber referensi untuk mengetahui pembaharuan terkait dengan karakterisasi menggunakan alat FTIR pada beton geopolimer dari variasi komposisi *fly ash*, *perlite*, dan tambahan *polypropylene fiber*.
3. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan di dunia industri sistem proteksi kebakaran sebagai pertimbangan dalam pemilihan material campuran beton.

