# BAB I
# PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang Masalah

Majunya pertambangan batu bara telah meningkatkan jumlah perusahaan swasta yang mengeksplorasi dan menambang batu bara di wilayah Kalimantan Selatan. Kemajuan sektor ini justru berdampak negatif terhadap lingkungan karena tidak diimbangi dengan pengelolaan limbah batu bara dan penggalian bekas tambang batu bara yang baik [1].

*Sustainability* adalah sebuah konsep yang mengacu pada kemampuan untuk memenuhi kebutuhan generasi saat ini tanpa mengorbankan kemampuan generasi mendatang dalam memenuhi kebutuhannya. *Sustainability* atau berkelanjutan mempunyai tiga prinsip yaitu *Social Sustainability*, *Economic Sustainability*, dan *Environmental Sustainability*. Ketiganya harus dikelola untuk memastikan bahwa pertumbuhan dan pembangunan tidak menyebabkan kerusakan permanen terhadap bumi atau melemahkan kesejahteraan manusia [2].

*Environmental Sustainability* berkaitan dengan upaya perlindungan dan pemulihan ekosistem alam, menurunkan emisi karbon, pengelolaan sumber daya alam yang efektif, dan pengurangan volume limbah [3]. Daur ulang limbah batu bara seperti *fly ash* dan *bottom ash* dapat dimanfaatkan untuk mendukung *environmental sustainability* dengan mengurangi jumlah limbah yang perlu dikelola di tempat pembuangan akhir, sehingga mengurangi dampak pencemaran tanah dan air. Pemanfaatan limbah batu bara untuk membuat beton dan bahan bangunan lainnya dapat mengurangi kebutuhan bahan baku utama seperti semen *Portland* [4].

Beton geopolimer merupakan bahan bangunan ramah lingkungan yang terbuat dari bahan seperti abu terbang (*fly ash*) dan perlite yang diaktifkan dengan larutan alkali sehingga menghasilkan polimer anorganik yang kuat dan tahan terhadap kondisi lingkungan ekstrim seperti kebakaran [5]. Beton geopolimer juga memiliki ketahanan yang lebih baik terhadap suhu tinggi, durabilitas yang kuat, serta kuat tekan yang tinggi. Alkali aktifator merupakan bahan penting dalam pembuatan

campuran beton geopolimer dan berperan sebagai bahan pengikat abu terbang (*fly ash*) [6]. Bahan yang digunakan untuk aktifator alkali biasanya terdiri larutan natrium hidroksida (NaOH) dan natrium silikat ($Na_2SiO_3$), alkali aktifator menyebabkan reaksi polimerisasi antara unsur alumina (Al) dan silika (Si) [7].

*Fly ash* (abu terbang) mengandung komponen utama berupa alumina ($Al_2O_3$) dan silika ($SiO_2$) yang sangat diperlukan dalam reaksi geopolimerisasi ketika dikombinasikan dengan alkali aktifator seperti natrium hidroksida (NaOH) dan natrium silikat ($Na_2SiO_3$). Campuran *fly ash* (abu terbang) dengan alkali aktifator butuh beberapa waktu untuk bereaksi hingga akhirnya mengeras dan menjadi beton geopolimer [8]. Persentase kadar pada campuran *fly ash* (abu terbang), perlite, dan alkali aktifator yang digunakan dalam pembuatan geopolimer sangat mempengaruhi pada saat pengujian waktu pengikatan [9]. Ada beberapa perbedaan antara beton geopolimer dengan beton konvensional, terutama dari segi kelebihannya, sehingga jika membandingkan beton geopolimer dengan beton konvesional diantaranya yaitu : [10], [11]

a. Beton geopolimer mempunyai kuat tekan yang tinggi dengan nilai dibandingkan beton konvensional.
b. Pasta beton geopolimer tahan api pada suhu tinggi 1000℃ hingga 1200℃ tanpa mengurangi fungsi material.
c. Mengurangi limbah industri dan ramah lingkungan.

*Silica fume* mempunyai campuran partikel-partikel yang sangat halus dengan ukuran partikel rata-rata kurang dari 1 mikron yang merupakan produk sampingan dari produksi paduan silikon dan ferrosilikon dalam. *Silica fume* terdiri lebih dari 85% silika dioksida ($SiO_2$) *amorf* (non-kristal). Karena ukurannya sangat kecil, silica fume memiliki luas permukaan spesifik yang sangat tinggi 15-30 $m^2/g$ sehingga sangat reaktif dalam campuran beton [12]. *Silica fume* berperan sebagai *filler* yang mengisi rongga-rongga kecil antara partikel binder dan agregat dalam campuran beton geopolimer [13]. Penambahan silica fume dalam beton geopolimer dapat memperbaiki struktur mikro dengan mengisi pori-pori dan meningkatkan

ikatan antar partikel yang dapat meningkatkan densitas dan ketahanan material terhadap suhu tinggi [14].

Porositas beton geopolimer dianalisis dengan menggunakan alat *scanning elektron microscope* (SEM) untuk melihat dan mengetahui luas permukaan pori-pori pada beton geopolimer. *Scanning electron microscope* (SEM) bekerja dengan menggunakan berkas elektron yang dipancarkan pada permukaan sampel beton geopolimer [15]. Elektron ini berinteraksi dengan atom-atom dalam material, menghasilkan berbagai sinyal yang dipancarkan kembali, seperti elektron sekunder, elektron pantul balik, dan sinar-X karakteristik sehingga dapat dianalisis untuk memberikan gambaran rinci tentang morfologi permukaan material dan struktur internal pada skala mikron hingga nanometer [16]. Gambar yang dihasilkan oleh SEM memberikan informasi penting mengenai keseragaman campuran beton geopolimer dan efektifitas bahan campuran seperti *silica fume*.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi komposisi *fly ash*, perlite dan *silica fume* terhadap struktur mikro, porositas dan kuat tekan beton geopolimer tidak dibakar dan dibakar pada temperatur 900°C.

## 1.2 Identifikasi Masalah

Mengacu pada latar belakang diatas, permasalahan penelitian ini dapat dirumuskan sebagai kebutuhan untuk :

1. Peningkatan jumlah limbah batu bara yang tidak terkelola dengan baik dapat menyebabkan kerusakan lingkungan dan mengancam keberlanjutan ekosistem.
2. Ketergantungan pada semen Portland sebagai bahan baku utama dalam produksi beton dan bahan bangunan lainnya yang dapat menimbulkan pencemaran lingkungan.

## 1.3 Pembatasan Masalah

Untuk menyelesaikan identifikasi permasalahan yang ada, penggunaan limbah batu bara dan pengurangan pengunaan semen portland, penelitian ini meneliti tentang beton geopolimer dengan batasan sebagai berikut:

1. Kandungan campuran penyusun beton geopolimer menggunakan campuran *fly ash*, perlite dan *silica fume* dengan variasi persentase komposisi 1 (75%:5%:20%), komposisi 2 (75%:10%:15%), komposisi 3 (75%:15%:10 %), komposisi 4 (75%:20%:5%) dan komposisi 5 (75%:25%:0%).
2. *Water curing* beton geopolimer dilakukan selama 28 hari.
3. Menggunakan larutan NaOH dengan jenis 6M.
4. *Fly Ash* berasal dari Pelabuhan Ratu, Perlite berasal dari Sumatera Barat, dan *Silica Fume* berasal dari PT. Sika Indonesia.
5. Pengujian kuat tekan beton dilakukan di Laboratorium Uji Material Besi Baja & Beton PT. Bintang Abestaton Mahesa.
6. Uji bakar beton geopolimer menggunakan tungku bakar dengan temperatur 900℃ selama waktu 2 jam dilakukan di Laboratorium UPTD Plered Purwakarta.
7. Karakterisasi yang dikaji merupakan struktur mikro, porositas dan kuat tekan pada beton geopolimer tidak dibakar dan dibakar pada temperatur 900°C lalu membandingkannya dengan setiap komposisi untuk mengetahui komposisi yang optimal dilihat dari porositas dan kuat tekan.
8. Analisis luas permukaan porositas beton geopolimer tidak dibakar dan dibakar hanya menggunakan *scanning electron microscope* (SEM)
9. Untuk mengetahui unsur yang terkandung pada beton geopolimer menggunakan EDX.

Dengan menetapkan batasan masalah seperti di atas, penelitian diharapkan dapat memberikan hasil yang fokus dan signifikan terhadap pengembangan beton geopolimer dengan penambahan *silica fume.*

## 1.4 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah, identifikasi masalah dan pembatasan masalah yang telah dijelaskan dari Sub Bab 1.1 sampai Sub Bab 1.3, perumusan masalah yang dikaji dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana pemanfaatan limbah batu bara seperti *fly ash* dalam mendukung konsep *environmental sustainability* dengan mengurangi limbah industri?
2. Bagaimana pengaruh variasi komposisi *fly ash*, perlite, dan *silica fume* terhadap struktur mikro, porositas dan kuat tekan pada beton geopolimer yang tidak dibakar dan dibakar pada temperatur 900°C?
3. Bagaimana penambahan *silica fume* mempengaruhi struktur mikro, porositas dan kuat tekan beton geopolimer yang tidak dibakar dan dibakar pada temperatur 900°C?

## 1.5 Tujuan Penelitian

Secara khusus, penelitian ini mempunyai tujuan diantaranya yaitu untuk:

1. Mengkaji pemanfaatan limbah batu bara seperti *fly ash* untuk mendukung konsep *environmental sustainability* dengan mengurangi limbah industri dan menciptakan beton ramah lingkungan.
2. Mengetahui pengaruh variasi komposisi *fly ash*, perlite, dan *silica fume* terhadap struktur mikro, porositas dan kuat tekan pada beton geopolimer yang tidak dibakar dan dibakar pada temperatur 900°C.
3. Mengetahui pengaruh penambahan *silica fume* pada beton geopolimer yang berbahan dasar *fly ash* dan perlite yang tidak dibakar dan dibakar pada temperatur 900°C.

Intelligentia - Dignitas

## 1.6 Manfaat Penelitian

Yang menjadi manfaat dari penelitian ini antara lain:

1. Bagi penulis dan pembaca menambah wawasan terkait karakteristik material beton geopolimer tidak dibakar dan dibakar 900°C dengan campuran *silica fume*.
2. Menjadi sumber referensi untuk mengetahui pembaharuan tentang karakteristik menggunakan alat *scanning electron microscope* (SEM) pada beton geopolimer tidak dibakar dan dibakar pada temperatur 900°C dengan campuran *silica fume*.