

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penyediaan infrastruktur merupakan salah satu upaya pemerintah dalam rangka pemerataan pembangunan di seluruh wilayah Indonesia. Banyaknya pembangunan tentunya sejalan pula dengan semakin meningkatnya penggunaan beton. Beton menjadi material penyusun infrastruktur yang populer karena keuntungan yang ditawarkan, seperti bahan penyusun yang mudah diperoleh, harga yang terjangkau, pembuatan yang tidak rumit namun tetap memiliki kualitas kekuatan kerja yang mumpuni. Disisi lain, pemilihan beton sebagai material penyusun infrastruktur juga membawa dampak negatif. Hal ini terjadi karena siklus hidup material penyusun utama beton yaitu semen, yang memberikan dampak buruk terhadap lingkungan (Kim & Chae, 2018).

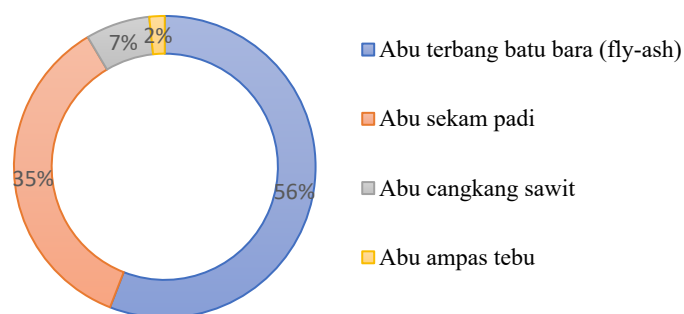
Mulai dari proses produksi, konstruksi, pemeliharaan, pembongkaran hingga pembuangan, semuanya menimbulkan kerusakan bagi alam. Berdasar kajian yang telah dilakukan oleh Chatam House (2018), sekitar 8% dari keseluruhan emisi CO₂ global disumbangkan oleh industri semen. Selain CO₂, produksi semen juga menghasilkan zat SO₂, NH₃, dan NO_x yang tidak hanya berperan dalam pemanasan global, namun juga pada pengasaman dan eutrofikasi (Kim & Chae, 2018). Produksi semen dunia sendiri diperkirakan akan mencapai angka 4,83 miliar ton pada tahun 2030, meningkat sekitar 48% dari tahun 2010 (Ardiantoro dkk, 2021). Ini menjadi hal yang buruk, karena faktanya setiap satu ton produksi semen akan menghasilkan emisi CO₂ mencapai angka 0,87 ton (Elahi dkk, 2020). Jika hal ini terus dibiarkan, tentunya bumi tidak dapat dihindarkan.

Sebagai upaya dari penyelamatan lingkungan, para ahli rekayasa konstruksi terus berusaha untuk menemukan teknologi dan material yang dapat dijadikan alternatif penyusun material konstruksi yang lebih ramah lingkungan, namun tetap memiliki kualitas kinerja struktural yang tinggi. Salah satunya adalah beton geopolimer. Geopolimer merupakan salah satu jenis metode baru yang tidak menggunakan semen *portland* sebagai komponen pengikat (Adi S et al., 2018). Pada teknologi ini diperlukan bahan utama yang

banyak mengandung Silika dan Alumina (Rumajar et al., 2019). Kedua komponen yang telah mengalami proses polimerisasi ini banyak ditemukan pada produk limbah industri seperti abu sekam padi (RHA), abu batu bara (*fly-ash*), kelapa sawit, dan cangkang telur (Sandya et al., 2019). Selain sebagai struktur utama, geopolimer juga terbukti dapat berperan dalam rehabilitasi struktur. Dalam bidang ini, geopolimer berperan sebagai *repair material* yang digunakan khusus pada perawatan tulangan terkorosi dengan metode anoda korban (Astuti dkk., 2021).

Menurut data Badan Pusat Statistik, di tahun 2021 total produksi sawit Indonesia mencapai sebesar 46,23 juta ton. Dapat diperkirakan, dari sebuah pabrik kelapa sawit dengan kapasitas 50 ton per jam, dapat menghasilkan limbah padat sebanyak 23.250 ton (Susanto et al., 2017). Kemudian untuk sekam padi, dihasilkan limbah sebesar 20%-30% dari total penggilingan padi yang dilakukan (Surdianto, dkk, 2015), dan untuk ampas tebu kering dari sebuah pabrik dihasilkan sebanyak 32% (Roni, dkk., 2020).

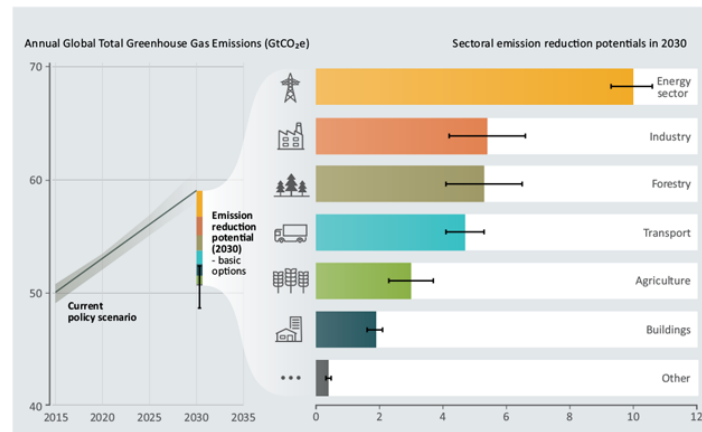
Berdasarkan data Sistem Informasi Pengolahan Sampah Nasional (SIPSN), totalan sampah di Indonesia menginjak angka rata-rata sebesar 29,57 juta ton pertahunnya, namun limbah yang terkelola baru mencapai angka 19,75 juta ton. Apabila seluruh hasil limbah dikalkulasikan, akan diperoleh potensi limbah mencapai 15 juta ton. Namun, limbah dari agrikultur ini dapat beralih fungsi menjadi material *pozzolan* yang merupakan bahan penyusun utama dari beton geopolimer. Dari total abu yang dihasilkan, apabila dikalsinasi, maka potensi limbah akan berkurang menjadi sekitar 20%-30% dengan uraian sebagai berikut (Ratnadewati et al., 2022).



Gambar 1. 1 Potensi limbah material *pozzolan* (juta ton) (Ratnadewati et al., 2022)

Kemudian, menindaklanjuti dari laporan gap emisi UNEP (*United Nations Environment Programme*), sebuah organisasi lingkungan hidup dibawah PBB, ditargetkan sumbangsih produksi karbon dari industri konstruksi seharusnya mengalami penurunan. Pada tahun 2030, ditargetkan industri konstruksi hanya menyumbangkan karbon dibawah 2%.

Total emission reduction basic potentials compared to the current policy scenario in 2030



Source: The Emissions Gap Report 2017. UNEP.

Gambar 1. 2 Total Emisi Karbon pada Tahun 2030 (Barzak, 2017)

Meninjau potensi limbah yang ada, serta kondisi lingkungan yang makin memprihatinkan, dirasa akan menjadi menjadi sebuah terobosan material konstruksi sekaligus upaya penyelamatan lingkungan. Maka dari itu, fokus utama dari penelitian ini adalah pengkajian mengenai limbah *pozzolan* agro berupa *fly-ash* sebagai material utama penyusun mortar geopolimer. Material ini dipilih mengingat *fly-ash* yang memiliki potensi terbesar dari material *pozzolan*. Diharapkan pengembangan material geopolimer pada penelitian ini dapat menjadi salah satu titik awal dari upaya pengembangan konstruksi yang ramah lingkungan (*eco friendly*) dalam rangka penyelamatan lingkungan, namun tetap mampu diperoleh material dengan kekuatan yang telah teruji baik. Selain itu, pemanfaatan *fly-ash* dalam penyusunan mortar geopolimer ini diharapkan dapat dimanfaatkan dalam metode *pacth repair*.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

- a. Bagaimana struktur penyusun senyawa yang terkandung dalam *fly-ash* yang digunakan dalam pembuatan mortar geopolimer?
- b. Bagaimana struktur penyusun mortar geopolimer *fly-ash*?
- c. Bagaimana kadar optimum dan pengaruh *fly-ash* terhadap sifat mekanik mortar geopolimer?
- d. Bagaimana kadar optimum dan pengaruh alkali terhadap sifat mekanik mortar geopolimer?
- e. Bagaimana tingkat densitas, *flow*, dan susut mortar geopolimer berbahan *fly-ash*?
- f. Bagaimana kadar yang tepat untuk digunakan dalam *patch repair*?

1.3 Lingkup Penelitian

Dalam penelitian ini, terdapat beberapa fokus utama yang dibatasi lingkup sebagai berikut.

- a. Menggunakan *fly-ash* atau abu terbang batu bara sebagai pengganti semen. *Fly-ash* diperoleh dari PT. ADP Sedayu.
- b. Menggunakan Na_2SiO_3 dan NaOH sebagai alkali aktivator. Larutan NaOH yang digunakan memiliki molaritas sebesar 14 M.
- c. Menggunakan *superplasticizer* sebagai *admixture*.
- d. Variasi perbandingan kandungan *fly-ash* dan alkali aktivator yaitu sebanyak 70:30, 60:40, dan 65:35.
- e. Menggunakan metode *curing* pengovenan dan pelapisan aluminium foil selama 28 hari.
- f. Bentuk dan jumlah benda uji adalah sebagai berikut.
 - 1) Benda uji silinder ukuran diameter 7,5 cm dan tinggi 15 cm sejumlah masing-masing 3 buah setiap variasi perbandingan kandungan pada pengujian kuat tarik belah.
 - 2) Benda uji balok bertulang ukuran sejumlah masing-masing 3 buah dengan ukuran 12 cm x 12 cm x 34 cm setiap variasi perbandingan kandungan pada pengujian kuat lentur.
 - 3) Benda uji kubus dengan ukuran 5 cm x 5 cm x 5 cm sebanyak 3 buah setiap variasi perbandingan kandungan pada pengujian kuat tekan.

- g. Rencana pengujian yang akan dilakukan.
 - 1) Pengujian XRF, SEM, uji *flow table test*, dan uji densitas.
 - 2) Pengujian kuat tekan mortar, uji kuat lentur mortar, uji kuat tarik belah mortar, dan uji susut mortar dengan usia 28 hari.

1.4 Tujuan Penelitian

- a. Mengetahui struktur senyawa penyusun yang terkandung dalam *fly-ash* yang digunakan dalam pembuatan mortar geopolimer.
- b. Mengetahui struktur yang menyusun mortar geopolimer.
- c. Mengetahui pengaruh alkali aktivator terhadap sifat mekanik mortar geopolimer *fly-ash*.
- d. Mengetahui pengaruh perbedaan variasi kadar *fly-ash* terhadap sifat mekanik mortar geopolimer.
- e. Mengetahui kadar optimum penggunaan *fly-ash* dan alkali aktivator pada pembuatan mortar geopolimer.
- f. Mengetahui perbedaan mortar geopolimer dengan mortar normal terhadap sifat mekanik.

1.5 Manfaat Penelitian

- a. Sebagai upaya pemanfaatan limbah-limbah potensial sehingga dapat digunakan sebagai bahan konstruksi yang lebih ramah lingkungan.
- b. Sebagai salah satu bentuk penelitian yang dapat dijadikan oleh pihak terkait, khususnya dibidang material konstruksi untuk menjadikan limbah sebagai bahan utama yang lebih ramah lingkungan.
- c. Sebagai salah satu terobosan material yang digunakan untuk teknologi *patch repair*.