

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara kepulauan dengan wilayah laut yang luas sehingga pengembangan infrastruktur untuk daerah pantai dan laut adalah kebutuhan yang sangat penting. Namun demikian, infrastruktur marina yang umumnya terbuat dari beton memiliki kelemahan terhadap korosi air laut. Bahan utama pada beton adalah semen Portland, dimana pengikat pada semen Portland rentan terhadap serangan kimia, terutama asam, garam sulfat, dan klorida. Salah satu metode untuk melindungi beton tersebut digunakan material pelapis yang terbuat dari polimer organik, seperti epoksi. Namun polimer organik memiliki ketahanan termal yang rendah dan tidak tahan sinar ultraviolet. Ketahanan (*durability*) beton konvensional yang rendah terhadap korosi ini perlu digantikan dengan material lain dengan ketahanan yang lebih unggul.

Material lain yang memiliki sifat mekanis dan ketahanan kimia yang lebih tinggi daripada beton semen Portland adalah geopolimer. Geopolimer merupakan polimer anorganik dengan susunan atom Si dan Al dalam jaringan 3 dimensi sehingga memiliki kekuatan dan ketahanan yang sangat baik. Geopolimer juga telah diteliti memiliki ketahanan (*durability*) terhadap serangan asam sulfat dan klorida. Ketahanan dan sifat mekanis tersebut sangat ditentukan oleh komposisi sumber prekursor, sifat larutan alkali kuat, keadaan fasa gel geopolimer, dan kondisi pengerasan atau *curing* (Allahverdi dan Skvara, 2004 ; Miranda dkk, 2005).

Bahan prekursor geopolimer yang populer digunakan adalah abu terbang (*fly ash*) karena lebih murah dan mudah didapat sebagai limbah pembakaran batubara. Sampai saat ini, dari dua pembangkit listrik tenaga uap berbahan bakar batu bara yakni PLTU Paiton dan Suralaya saja menghasilkan buangan 2 juta ton *fly ash* per tahun dan ikut menyumbang terhadap buangan industri *fly ash* dunia yang diperkirakan lebih dari 500 juta ton per tahun. Menurut Naim dan rekan (2001) hanya 20% abu terbang di dunia yang diperkirakan dimanfaatkan untuk bahan tambahan beton dan bahan bangunan lainnya. Potensi pemanfaatan limbah

abu terbang sebagai prekursor geopolimer telah banyak diselidiki. Abu terbang memiliki kandungan silika dan alumina yang cukup dan biasanya relatif amorf yang mendukung reaktifitas bahan sehingga potensial sebagai prekursor geopolimer secara umum. Kelemahan geopolimer yang dibuat dari bahan abu terbang adalah porositas sehingga ion klorida lebih mudah masuk ke dalam matriks geopolimer (Skvara dkk, 2006). Keberadaan porositas terbuka, selain disebabkan faktor teknis pengerjaan, juga dipengaruhi bentuk partikel abu terbang yang bulat, memiliki fasa kristalin (biasanya kuarsa dan mullit) dan kandungan pengotor yang dapat saja menghambat reaksi geopolimerisasi (Duxon dkk, 2007a).

Prekursor abu terbang dapat diganti dengan metakaolin dan menghasilkan kekuatan mekanik yang unggul. Metakaolin adalah material pozzolan yang didapat dari kalsinasi kaolin pada temperatur antara 500-800°C dan mengandung SiO₂ dan Al₂O₃ lebih dari 85%. Geopolimer berbahan dasar metakaolin sudah diteliti dan menghasilkan geopolimerisasi yang sangat baik disebabkan kandungan silika dan alumina yang sangat tinggi, partikel berbentuk serpihan, sifat amorf yang mendukung reaktifitas, dan pengotor yang sangat sedikit (Luz Granizo dan rekan 2007 ; Kong dan rekan, 2007). Berbagai kelebihan ini yang dapat mengakibatkan unggulnya sifat mekanis dan ketahanan kimia dari geopolimer berbahan metakaolin.

Penembusan ion klorida relatif tidak merusak matrik geopolimer, namun bila sampai ke tulangan beton dan berakibat korosi terhadap tulangan. Walaupun sudah ada penelitian mengenai ketahanan geopolimer terhadap lingkungan korosif, tetapi belum ada penelitian komprehensif mengenai faktor yang mempengaruhi fenomena ini dan hubungan antara sifat prekursor geopolimer terhadap ketahanan geopolimer. Oleh karena itu, perlu adanya suatu penelitian yang dapat menghubungkan sifat metakaolin dan abu terbang terhadap mekanisme penembusan ion klorida pada geopolimer dengan menghubungkan sifat kedua prekursor metakaolin dan abu terbang serta porositas terbuka dari geopolimer yang dihasilkan. Fasa yang terbentuk pada geopolimer juga mempengaruhi korosi pada paparan air laut. Penelitian ini juga diharapkan mampu memberikan pertimbangan mendalam untuk memilih prekursor yang akan diaplikasikan.

1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh prekursor abu terbang dan metakaolin terhadap ketahanan geopolimer pada air laut ASTM berdasarkan perubahan kuat tekan menurut umur perendaman.

Untuk mencapai tujuan tersebut, maka strategi yang dilakukan dalam penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh perendaman air laut ASTM terhadap sifat mekanik dari geopolimer.
2. Mengetahui ketahanan geopolimer dibandingkan dengan beton semen Portland pada lingkungan air laut ASTM.
3. Membandingkan ketahanan geopolimer berbahan baku metakaolin dan abu terbang pada lingkungan air laut ASTM.

1.3 Sasaran dan Ruang Lingkup

Sasaran yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah diperolehnya pengetahuan yang komprehensif mengenai ketahanan geopolimer berbahan baku metakaolin dan abu terbang. Beton geopolimer yang diteliti disiapkan untuk aplikasi marina. Beton geopolimer disintesis dari 2 prekursor yaitu abu terbang dan metakaolin. Larutan alkali yang digunakan sebagai aktivator adalah NaOH dan natrium silikat teknis. Komposisi optimum keempat variasi tersebut diproses pada temperatur (*curing temperature*) ruang. Masing-masing variasi dikarakterisasi sifat mekanik dan ketahanan kimia, meliputi perendaman air laut buatan (ASTM D1141-90), uji kuat tekan (ASTM C39), dan analisis unsur yang larut (AAS). Beberapa sampel juga dikarakterisasi kimia (XRD dan XRF). Keseluruhan data diolah untuk mendapatkan pengetahuan yang menyeluruh mengenai ketahanan geopolimer terhadap paparan air laut buatan.

1.4 Hipotesis

Geopolimer memiliki sifat seperti semen. Penelitian sebelumnya menunjukkan ketahanan kimia yang lebih baik daripada beton semen portland, termasuk terhadap perendaman air laut (Fernandez-Jimenez dkk,2007). Ketahanan

geopolimer yang dibuat dari prekursor abu terbang juga akan dibandingkan dengan geopolimer dari metakaolin.

Geopolimer berbahan metakaolin menghasilkan kuat tekan yang lebih tinggi daripada geopolimer berbahan abu terbang. Reaksi geopolimerisasi metakaolin lebih tinggi daripada abu terbang karena silika dan aluminanya lebih amorf dan lebih mudah larut pada larutan alkali kuat. Butiran metakaolin berbentuk serpih dan luas permukaan lebih besar daripada abu terbang. (Khale & Chaudhary, 2007). Perbedaan bentuk butir antara metakaolin dan abu terbang juga diperkirakan mempengaruhi mekanisme penembusan ion klorida. Tumpukan serpih metakaolin pada geopolimer relatif menghambat penembusan ion klorida.

Ketahanan geopolimer terhadap perendaman air laut dan penembusan ion klorida juga dipengaruhi oleh porositas terbuka. Porositas terbuka dapat menjadi jalan masuknya air yang mengandung ion klorida dan semakin meningkatkan derajat korosi. Apalagi penelitian menunjukkan geopolimer banyak berpori (Frantisek dkk, 2006). Selain ketidaksempurnaan teknis pembuatan, porositas terbuka juga dapat diakibatkan oleh air kondensasi yang meninggalkan fasa gel saat mengalami pengerasan atau *curing*.

Beberapa sifat yang dapat dipengaruhi oleh perendaman air laut adalah sifat mekanik dan zat yang terlarut. Penyelidikan mengenai bagaimana perubahan sifat tersebut terjadi selama terendam air laut ASTM dan sifat-sifat prekursor geopolimer dapat menjadi bahan untuk mengetahui ketahanan geopolimer pada air laut.