BAB 1
PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perkembangan sektor industri di Indonesia dapat menimbulkan efek negatif yang merugikan. Semakin tinggi produksi yang terjadi pada berbagai industri tersebut mengakibatkan konsumsi energi menjadi lebih besar. Darmawan, dkk (2015) menjelaskan bahwa peningkatan konsumsi energi di sektor industri pada tahun 2013 mencapai 428 juta SBM dengan penggunaan batubara sebanyak 42% dan meningkat pada tahun 2014 hingga 48%. Penggunaan bahan bakar yang semakin meningkat berpotensi menghasilkan limbah. Pembakaran batubara akan menghasilkan limbah *coal* ash yang terdiri dari abu layang (*fly ash)* dan abu dasar *(bottom ash)* (Wijaya dkk., 2014). Pada penelitian Julharmito, dkk. (2015) menjelaskan bahwa limbah *fly ash* tergolong dalam limbah B3 karena mengandung berbagai logam berat seperti Fe, Mn, Zn, Cr dan Cd yang sangat berbahaya bagi lingkungan jika tidak dilakukan pengolahan lebih lanjut. Dampak negatif tersebut harus diatasi dengan adanya suatu solusi yang inovatif sehingga dapat mengurangi permasalahan yang terjadi serta mampu mendukung optimalisasi kinerja industri tanpa mengganggu kondisi lingkungan yang ada.

Di lain sisi, pertumbuhan sektor konstruksi di Indonesia mengalami peningkatan yang cukup besar. Berdasarkan data pertumbuhan yang diperoleh pada tahun 2015, pertumbuhan sektor konstruksi mencapai 6,65% (Ramdani, 2015). Berdasarkan data Badan Pusat Statistik Nasional (BPS), perkembangan konstruksi pada tahun 2016 ke tahun 2017 mengalami peningkatan nilai yang cukup besar. Indeks nilai konstruksi pada triwulan II di tahun 2016 sebesar 203,91 dan pada tahun 2017 mencapai angka 224,50. Adanya kenaikan nilai konstruksi tersebut dapat mempengaruhi tingkat kebutuhan bahan-bahan atau material penyusun konstruksi, sehingga laju kenaikan nilai konstruksi tersebut menjadi suatu tantangan bagi industri untuk menyediakan bahan atau material yang sesuai dan optimal untuk digunakan pada kondisi yang ada.

Perkembangan konstruksi ramah lingkungan (*green building)* saat ini juga menjadi suatu konsep konstruksi yang dapat memberikan solusi dalam penyedian berbagai bahan atau material yang efisien untuk kebutuhan konstruksi. *Green building* merupakan konsep pembangunan yang menggunakan model arsitektur hijau dan ramah lingkungan (Sudarwani, 2012). Selain itu, dikutip dari *Engineer Weekly* 2016, konsep tersebut mengacu pada penggunaan sumber daya alam secara hemat dan efisien dengan mengukur dampak yang dapat terjadi pada lingkungan eksternal dan internal pada bangunan. Sistem *green building* yang menekankan pada efisiensi penggunaan air, energi dan material bangunan juga dapat menjadi suatu konsep yang baik dalam mengatasi pertumbuhan konstruksi nasional yang saat ini terjadi. Berdasarkan konsep *green building*, dalam penelitian ini mencoba menerapkan efisiensi penggunaan material alternatif sebagai upaya diversifikasi penggunaan bahan konstruksi dan proses pembuatan bahan kontruksi yang lebih ramah lingkungan khususnya dari limbah *fly ash*.

Fly ash sebagai hasil pembakaran batubara dapat dihasilkan dari berbagai sektor industri seperti pupuk, semen, pulp dan pengolahan logam (Darmawan dkk., 2015). Limbah tersebut berpotensi untuk dijadikan sebagai bahan konstruksi karena memiliki karakteristik sebagai material pozzolan (Davidovits, 2011). Huda (2013) dalam Bhakti, dkk. (2015) menjelaskan bahwa limbah *fly ash* memiliki kandungan kapur dan silika yang dapat menghasilkan material dengan kemapuan mengikat saat terjadi reaksi kimia antara oksida silika dengan kalsium hidroksida. *Fly ash* sendiri terdiri dari unsur utama yakni 19,35% Al_2O_3, 58,91% SiO_2 dan 8,65% CaO. Kandungan utama pada *fly ash* tersebut telah memenuhi kriteria bahan yang bersifat semen/pozzolan (Kosada, 2017). Aplikasi material pozzolan sendiri telah digunakan dalam pembuatan beton ringan geopolimer. Geopolimer merupakan beton sintetik berupa polimer anorganik ramah lingkungan yang dihasilkan dari proses geopolimeriasi komponen aluminosilikat (Kusumastuti dan Widiarti, 2014). Penerapan geopolimer sebagai beton ringan akan menghasilkan densitas yang lebih rendah. Hal tersebut sangat bermanfaat dalam mengurangi beban struktural pada bangunan selain sebagai isulator termal dan bunyi (Masi dkk., 2014). Sifat ringan tersebut dapat menghasilkan elemen struktur yang yang lebih proporsional dan aman pada daerah rawan gempa (Tito dkk., 2010). Adanya sifat pozzolan dan

kandungan unsur aluminosilikat yang dimiliki *fly ash* tersebut juga menjadi suatu potensi untuk dijadikan sebagai bahan pembuatan geopolimer, khususnya dalam aplikasi beton ringan. Potensi dari pemanfaatan limbah khususnya pada *fly ash* juga dapat menjadi solusi untuk memenuhi kebutuhan bahan kontruksi ramah lingkungan serta mengatasi permasalahan limbah yang ada.

Salah satu metode dalam pembuatan beton ringan tersebut adalah dengan menggunakan metode *Aerated Concrete* (AC) melalui sistem penambahan *foam agent* atau bisa disebut sebagai *Celular Lightweight Concrete* (CLC) (Narayan dan Ramamurthy, 2000). Umumnya, beton geopolimer terbuat dari limbah *fly ash* sebagai sumber alumina silikat, NaOH dan $NaSiO_3$ sebagai aktivator, serta dengan tambahan agregat (Pambudi, 2017). Pembuatan beton ringan yang dilakukan dengan sistem CLC sendiri memiliki keunggulan dalam pembentukan gelembung udara pada beton yang lebih seragam dan stabil. Penggunaan *foam* tersebut menjadi salah satu metode alternatif dalam membuat beton densitas ringan yang lebih sederhana dan mudah (Melati, 2017). Metode CLC dalam membentuk beton ringan juga memiliki pengaruh positif terhadap karakteristik beton geopolimer. Pengerasan pada geopolimer cenderung sangat cepat dibanding beton pada umumnya sehingga dalam membentuk pori-pori melalui *foam agent* menjadi metode yang tepat untuk dilakukan.

Penggunaan limbah *fly ash* sebagai beton ringan geopolimer menggunakan *foam agent* tersebut diharapkan dapat menjadi solusi dalam mengurangi jumlah limbah yang ada, serta dapat dijadikan produk yang lebih ramah lingkungan khususnya pada beton ringan. Dengan demikian, melalui permasalahan limbah pada industri serta adanya peningkatan kebutuhan bahan konstruksi pada berbagai jenis pembangunan menjadi suatu landasan untuk dilaksanakan penelitian yang lebih lanjut guna mengatasi permasalahan yang ada. Optimasi beton ringan geopolimer didapatkan melalui perancangan eksperimen Taguchi. Metode Taguchi sendiri merupakan suatu metode yang dilakukan dalam tiga tahapan perancangan terintegrasi, yakni perancangan sistem, perancangan parameter dan perancangan toleransi (Wuryandari dkk., 2009). Taguchi merupakan metode yang sangat efektif dalam meningkatkan kualitas dan mengurangi biaya melalui rekayasa kualitas yang dilakukan (Zayendra dkk., 2016). Hal tersebut dipengaruhi oleh matriks

Orthogonal Array (OA) yang dapat digunakan pada metode taguchi. Melalui matriks tersebut dapat ditentukan jumlah eksperimen minimum yang dapat memberikan informasi sebanyak mungkin terhadap faktor yang berpengaruh pada pengujian (Pambudi, 2017). Penelitian dilakukan dengan melakukan uji densitas dan uji kuat tekan beton ringan dari variasi 3 faktor yakni perbandingan (rasio) berat pasir terhadap pasta geopolimer, perbandingan (rasio) volume antara *foam* terhadap campuran pasir dan pasta geopolimer, serta faktor temperatur *curing* dengan masing-masing faktor memiliki 3 level pengujian. Hasil uji densitas akan digunakan sebagai acuan untuk penentuan kategori beton ringan yang dihasilkan dan hasil uji kuat tekan akan digunakan sebagai data analisa pengujian. Pada penelitian ini Taguchi digunakan untuk mendapatkan nilai optimum dari faktor-faktor pengujian dalam menghasilkan nilai kuat tekan yang maksimum pada percobaan pembuatan beton ringan geopolimer melalui penelitian yang dilakukan.

1.2. Rumusan Masalah

- Faktor apa saja yang berpengaruh terhadap kuat tekan beton ringan geopolimer hasil sintesis?
- Bagaimana komposisi yang optimal dalam menghasilkan nilai kuat tekan maksimum pada penelitian beton ringan geopolimer yang dilakukan?

1.3. Tujuan

- Untuk mengetahui pengaruh dari faktor-faktor yang diuji terhadap mutu beton ringan geopolimer melalui nilai kuat tekan benda uji.
- Menentukan komposisi yang optimal untuk menghasilkan kuat tekan maksimum dalam penelitian beton ringan geopolimer.

1.4. Batasan Masalah

- Pengujian yang dilakukan adalah uji kuat tekan dan uji densitas pada beton ringan. Sedangkan untuk hasil pengujian yang dgunakan pada tahap analisa data hanya pada uji kuat tekan pada beton.

- Selain itu, Faktor pengujian yang digunakan pada penelitian ada tiga, yakni faktor perbandingan pasir dengan pasta geopolimer, kadar *foam* dan faktor temperatur pada *curing*.

1.5. Manfaat

- Mampu menghasilkan produk *green building* melalui pemanfaatan limbah *fly ash* yang dijadikan sebagai beton ringan geopolimer.
- Mampu mengurangi limbah *fly ash* yang ada di lingkungan dari hasil samping industri.
- Menghasilkan penelitian yang dapat dijadikan referensi dalam pengembangan ataupun penelitian selanjutnya terkait dengan produk bangunan seperti pada beton ringan geopolimer.

1.6. Asumsi

- Empat replikasi pada pengujian dianggap sudah memenuhi kecukupan data untuk setiap *run* atau variasi pengujian.
- Pada faktor temperatur *curing* pengujian, suhu pengukuran yang digunakan pada setiap level dianggap stabil dan tidak dipengaruhi faktor lingkungan.