

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangunan infrastruktur pada beberapa waktu belakangan ini mengalami perkembangan yang sangat cepat dikarenakan pembangunan infrastruktur merupakan salah satu aspek yang sangat penting untuk menunjang berkembangnya suatu negara menjadi sebuah negara maju, sebab infrastruktur sangat dibutuhkan sebagai salah satu dasar dalam Bergeraknya roda perekonomian. Dengan adanya infrastruktur yang memadai di suatu negara maka perekonomian di negara tersebut akan dapat berjalan dengan cepat dan lancar.

Di Indonesia sendiri, beberapa tahun terakhir ini pembangunan infrastruktur dilakukan secara masif dan merata di semua daerah agar menjadikan Indonesia menjadi negara maju dan perekonomian dapat berjalan dengan baik. Tetapi dengan masifnya pembangunan infrastruktur di suatu negara akan berdampak buruk juga terhadap lingkungan karena limbah-limbah konstruksi akan semakin meningkat. Oleh sebab itu, diperlukan suatu cara untuk mengendalikan masalah limbah konstruksi yang semakin meningkat yaitu dengan menerapkan pembangunan infrastruktur yang berkelanjutan atau *sustainable construction*.

Konstruksi berkelanjutan mempunyai tujuan untuk meningkatkan penyediaan konstruksi yang kuat, tahan lama, ramah lingkungan dan bermanfaat bagi kehidupan di saat ini maupun masa mendatang. Hal itu dikarenakan konstruksi berkelanjutan merupakan konstruksi yang memperhatikan aspek berkelanjutan, yaitu penggunaan sumber daya alam yang memperhatikan daya dukung lingkungan untuk menghindari terjadinya penurunan kualitas lingkungan (Wulfram dkk, 2012)

Pembangunan infrastruktur yang berkelanjutan pada dasarnya berkaitan langsung dengan penggunaan beton sebagai material utama konstruksinya. Hal itu dikarenakan beton memiliki berbagai kelebihan dibandingkan dengan material konstruksi lain, diantaranya adalah memiliki kuat tekan yang tinggi, mudah dibentuk, tahan api, tahan lama, mudah dalam perawatannya, mudah beradaptasi dengan lingkungan, ekonomis, dan memiliki bahan penyusun utama yang mudah diperoleh. Selaras dengan hal itu, kebutuhan akan material beton akan semakin

meningkat dan memicu munculnya tantangan untuk menciptakan material beton yang berkualitas tinggi namun tetap ramah lingkungan. Salah satu inovasi beton yang telah dikembangkan yaitu *High Strength Self Compacting Concrete* (HSSCC).

High Strength Self Compacting Concrete (HSSCC) merupakan beton yang mampu memadat sendiri dengan nilai slump yang cukup tinggi. Dalam proses penempatan pada volume bekesting (*placing*) dan proses pematatannya (*compaction*) tidak diperlukan proses penggetaran karena beton *Self Compacting Concrete* (SCC) memiliki *flowability* tinggi sehingga mampu untuk mengalir atau mengisi ruang di bekesting dengan merata dan tercapai kepadatan tertingginya sendiri secara menyeluruh serta memiliki kuat tekan yang tinggi. Beton jenis ini memiliki tingkat kekentalan yang tinggi sehingga diwajibkan menggunakan bahan tambah kimia berupa *superplasticizer* untuk menambah *workability* dan mempertahankan parameter *Self Compacting Concrete* (SCC).

Kebutuhan semen terus mengalami peningkatan karena secara umum beton dengan mutu tinggi akan lebih banyak memerlukan bahan pengikat yaitu semen. Hal tersebut mengakibatkan permintaan semen akan meningkat setiap tahunnya hingga menyebabkan industri semen yang tidak terkendali. Saat ini produksi semen menjadi salah satu penyumbang emisi karbon dioksida (CO₂) yang berdampak buruk bagi lingkungan. Oleh sebab itu, penggunaan semen dapat dikurangi dengan cara menggunakan bahan tambah (*admixture*) sebagai alternatif penggunaan semen. Selain menjadi alternatif penggunaan semen, bahan tambah (*admixture*) dapat juga meningkatkan kekuatan beton jika dibandingkan dengan semen *Portland* biasa. Salah satu bahan tambah yang dapat digunakan sebagai alternatif penggunaan semen tanpa mengurangi durabilitas beton adalah metakaolin.

Metakaolin adalah hasil pembakaran dari kaolin pada suhu 450° C sampai 900° C yang mempunyai ukuran partikel lebih kecil dari *silica fume* dan banyak mengandung SiO₂ (54,64%) dan Al₂O₃ (42,87%) yang merupakan unsur utama semen sehingga dapat digunakan sebagai bahan pengganti semen. Penambahan metakaolin sebagai pengganti sebagian semen dimaksudkan untuk mempercepat proses hidrasi dan sebagai pozzolan. Dengan penambahan metakaolin diharapkan dapat meningkatkan kekuatan beton, memperkecil permeabilitas, dan

meningkatkan kepadatan beton. Selain itu, kandungan SiO_2 dalam metakaolin akan bereaksi dengan Ca(OH)_2 yang dihasilkan dari reaksi hidrasi semen sehingga terbentuk ikatan berbentuk gel yang memperkuat ikatan dalam beton (Claudia Hidayat dkk., 2018).

Pembangunan infrastruktur dengan pekerjaan konstruksi selain menghasilkan bangunan-bangunan yang telah direncanakan juga akan menghasilkan limbah-limbah konstruksi yang cukup banyak. Limbah konstruksi didefinisikan sebagai suatu bahan yang tidak digunakan dan merupakan hasil dari proses konstruksi (Yahya dan Boussabaine, 2004). Peningkatan jumlah pekerjaan konstruksi akan selaras dengan jumlah limbah konstruksi yang dihasilkan. Limbah konstruksi dapat dihasilkan dari pekerjaan konstruksi bangunan baru maupun perbaikan bangunan lama. Hal itu akan menjadi tantangan yang mendorong munculnya berbagai inovasi untuk mengatasi limbah-limbah pekerjaan konstruksi yang akan dihasilkan dari pekerjaan konstruksi. Daur ulang limbah pecahan keramik yang digunakan sebagai agregat kasar pada beton merupakan salah satu inovasi untuk mengurangi limbah-limbah konstruksi.

Pemilihan limbah pecahan keramik yang digunakan sebagai agregat kasar adalah upaya untuk menghasilkan beton yang ramah lingkungan (*green concrete*). Hal itu dikarenakan sekitar 60% - 70% beton terdiri dari agregat halus dan agregat kasar yang secara alami terdapat di alam dan diperoleh dari proses penambangan. Kebutuhan akan beton yang semakin tinggi telah menyebabkan menipisnya sumber daya alam dalam 15 tahun terakhir (Rashad, 2013). Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya (Kurniawan D. W., 2012), penggantian agregat kasar alami dengan limbah pecahan keramik dapat meningkatkan kuat tekan, kuat tarik belah, dan kuat lentur karena peningkatan aktivitas ikatan dan aktivitas pozzolanic dari limbah pecahan keramik serta semakin bertambahnya persentase limbah keramik, maka berat jenis beton semakin ringan. Namun, penggunaan limbah keramik ternyata menurunkan *workability* pada beton segar, yang ditunjukkan pada beton dengan campuran limbah keramik nilai *slump*-nya lebih kecil dari beton tanpa campuran limbah keramik.

Dalam pengujian beton *High Strength Self Compacting Concrete* (HSSCC) banyak parameter yang dapat diteliti, salah satunya adalah proses serapan CO₂ dan karbonasi beton. Karbonasi pada beton merupakan salah satu faktor yang berpengaruh terhadap durabilitas beton. Proses ini dimulai dari CO₂ yang terpenetrasi ke dalam beton, kemudian larut dalam air sehingga membentuk H₂CO₃ dan bereaksi dengan Ca(OH)₂ membentuk CaCO₃. Pada dasarnya CO₂ tidak bersifat reaktif, tetapi pada negara beriklim tropis seperti Indonesia yang memiliki kelembaban udara dan temperatur yang tinggi dapat meningkatkan agresivitas CO₂ dan menyebabkan CO₂ berubah menjadi asam karbonik cair yang dapat menyerang beton dan mengurangi alkalinitas beton. Dalam hal ini, derajat keasaman (pH) dari pori-pori air pada pasta semen keras akan menurun dan menyebabkan lapisan pelindung pada beton menjadi rusak sehingga tulangan baja akan terekspos dan terjadi korosi. Korosi pada tulangan baja tersebut dapat menyebabkan berkurangnya ikatan antara baja dengan beton dan menurunkan kualitas beton (Deni, 2020).

Kebutuhan di dunia konstruksi akan beton mutu tinggi memadat mandiri (*High Strength Self Compacting Concrete*), masalah lingkungan yang timbul akibat industri semen berdampak negatif terhadap lingkungan dengan dihasilkannya debu dan CO₂, serta semakin tingginya limbah padat konstruksi melatarbelakangi dilakukannya penelitian ini dengan judul ***“Kajian Serapan CO₂ dan Karbonasi Beton Memadat Mandiri Mutu Tinggi dengan Metakaolin 12,5% dan Variasi Agregat Limbah Pecahan Keramik”***

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas dan untuk menjelaskan permasalahan yang ada, maka dirumuskan permasalahan sebagai berikut :

1. Apakah hasil penambahan bahan metakaolin 12,5% dan variasi limbah pecahan keramik dari berat agregat kasar memenuhi syarat sebagai beton *High Strength Self Compacting Concrete* (HSSCC)?
2. Bagaimana pengaruh penambahan bahan metakaolin 12,5% dan variasi limbah pecahan keramik terhadap serapan CO₂ pada beton *High Strength Self Compacting Concrete* (HSSCC)?

3. Bagaimana pengaruh penambahan bahan metakaolin 12,5% dan variasi limbah pecahan keramik terhadap kedalaman karbonasi pada beton *High Strength Self Compacting Concrete* (HSSCC)?

1.3 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini, batasan-batasan masalah yang ditentukan adalah sebagai berikut :

1. Benda yang diteliti adalah beton mutu tinggi memadat mandiri (*High Strength Self Compacting Concrete*);
2. Bahan tambah metakaolin dengan kadar 12,5% sebagai substitusi semen;
3. Limbah pecahan keramik jenis penutup lantai dengan berbagai merek digunakan sebagai substitusi agregat kasar;
4. Kadar limbah pecahan keramik sebagai pengganti agregat kasar yang digunakan adalah 0%, 20%, 30%, dan 40%;
5. Semen yang digunakan adalah semen *Ordinary Portland Cement* (OPC);
6. *Superplasticizer* yang digunakan adalah produk dari Sika Viscocrete 1003;
7. Pengujian serapan CO₂ dan karbonasi pada beton keras umur 28 hari.

1.4 Tujuan Penelitian

Beberapa tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menentukan hasil penambahan bahan metakaolin 12,5% sebagai substitusi semen dan variasi limbah pecahan keramik sebagai beton *High Strength Self Compacting Concrete* (HSSCC),
2. Menentukan pengaruh penambahan bahan metakaolin 12,5% sebagai substitusi semen dan variasi limbah pecahan keramik dari berat agregat kasar terhadap serapan CO₂ pada beton *High Strength Self Compacting Concrete* (HSSCC),
3. Menentukan pengaruh penambahan bahan metakaolin 12,5% sebagai substitusi semen dan variasi limbah pecahan keramik dari berat agregat kasar terhadap kedalaman karbonasi pada beton *High Strength Self Compacting Concrete* (HSSCC).

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang ingin dicapai sebagai hasil dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menambah pengetahuan tentang bahan metakaolin 12,5% sebagai substitusi semen dan variasi limbah pecahan keramik sebagai bahan tambah beton *High Strength Self Compacting Concrete* (HSSCC).
2. Mengetahui nilai serapan CO₂ beton dengan adanya penambahan bahan metakaolin 12,5% sebagai substitusi semen dan variasi limbah pecahan keramik pada beton *High Strength Self Compacting Concrete* (HSSCC).
3. Mengetahui nilai kedalaman karbonasi beton dengan adanya penambahan bahan metakaolin 12,5% sebagai substitusi semen dan variasi limbah pecahan keramik pada beton *High Strength Self Compacting Concrete* (HSSCC).
4. Mengembangkan penelitian tentang beton memadat mandiri mutu tinggi dengan penambahan bahan metakaolin 12,5% sebagai substitusi semen dan variasi limbah pecahan keramik pada beton *High Strength Self Compacting Concrete* (HSSCC).
5. Memberikan alternatif pembuatan beton memadat mandiri mutu tinggi atau *High Strength Self Compacting Concrete* (HSSCC).