BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Beton merupakan salah satu material konstruksi yang paling banyak digunakan dalam pembangunan infrastruktur modern, seperti gedung bertingkat, jalan raya, jembatan, pelabuhan, dan berbagai struktur teknik sipil lainnya. Hal ini disebabkan karena beton memiliki keunggulan berupa kuat tekan yang tinggi, daya tahan yang baik terhadap kondisi lingkungan, serta kemudahan dalam proses pembentukan sesuai kebutuhan konstruksi. Beton tersusun dari campuran semen sebagai bahan pengikat, agregat halus dan agregat kasar sebagai bahan pengisi, air sebagai media reaksi, serta bahan tambahan tertentu untuk meningkatkan kinerja beton (**Mulyono, 2004**).

Seiring dengan meningkatnya pembangunan infrastruktur, kebutuhan terhadap material penyusun beton, khususnya agregat halus (pasir), juga semakin meningkat. Agregat halus menempati sekitar 30% - 40% dari total volume beton. Kondisi ini menyebabkan terjadinya eksploitasi sumber daya alam secara terus-menerus, terutama penambangan pasir yang berpotensi menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan, seperti erosi, kerusakan ekosistem sungai, serta penurunan kualitas lingkungan (**Neville, 2011**). Oleh karena itu, diperlukan upaya alternatif untuk mengurangi ketergantungan terhadap penggunaan pasir alam.

Di sisi lain, permasalahan limbah padat juga menjadi isu lingkungan yang semakin kompleks. Salah satu jenis limbah yang cukup banyak dihasilkan adalah limbah kaca, yang berasal dari botol minuman, peralatan rumah tangga, industri farmasi, dan sektor konstruksi. Limbah kaca memiliki sifat non-biodegradable, yaitu tidak dapat terurai secara alami dalam waktu singkat, sehingga apabila tidak dikelola dengan baik akan menumpuk di tempat pembuangan akhir (TPA) dan berpotensi mencemari lingkungan (**Tchobanoglous et al., 1993**).

Limbah kaca memiliki kandungan silika (SiO_2) yang tinggi, yaitu sekitar 70-75%, sehingga berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan

substitusi agregat halus dalam campuran beton. Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penggunaan limbah kaca pada persentase tertentu dapat meningkatkan kuat tekan beton karena partikel kaca yang halus dapat berfungsi sebagai filler yang mengisi rongga-rongga dalam campuran beton. Namun, penggunaan limbah kaca juga memiliki tantangan, yaitu permukaannya yang licin dapat mengurangi daya ikat dengan pasta semen, serta berpotensi menimbulkan reaksi alkali-silika (ASR) yang dapat menyebabkan keretakan pada beton dalam jangka panjang (**Topcu & Canbaz, 2004**).

Selain permasalahan limbah kaca, beton juga memiliki kelemahan inherent yaitu kuat tarik yang rendah, yakni hanya sekitar 8-12% dari kuat tekannya. Kondisi ini menyebabkan beton bersifat getas (*brittle*) dan mudah retak ketika menerima beban tarik atau lentur. Untuk mengatasi kelemahan tersebut, beton struktural biasanya diperkuat dengan tulangan baja. Namun, penambahan serat baja (*steel fiber*) ke dalam campuran beton merupakan salah satu solusi yang efektif untuk meningkatkan kuat tarik lentur beton sekaligus memperbaiki sifat daktilitasnya.

Serat baja merupakan potongan kawat baja yang ditambahkan ke dalam campuran beton dengan tujuan untuk meningkatkan ketahanan terhadap beban tarik dan lentur, menghambat rambatan retak, serta mengubah perilaku kegagalan beton dari getas menjadi lebih daktail.

Penelitian menunjukkan bahwa penambahan serat baja dengan kadar 0,4–0,7% diharapkan mampu meningkatkan sifat mekanis beton, terutama kuat tarik belah dan kuat tarik lentur, serta memberikan peningkatan kuat tekan meskipun tidak sebesar peningkatan pada sifat tarik (**ACI 544.1R-96**). Oleh karena itu, dalam penelitian ini digunakan variasi kadar serat baja sebesar 0,4%, 0,5%, 0,6%, dan 0,7% untuk mengetahui pengaruhnya terhadap kuat tekan dan kuat tarik lentur beton dengan substitusi limbah kaca sebesar 10%.

Berdasarkan uraian tersebut, diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui pengaruh kombinasi limbah kaca sebagai substitusi agregat halus dan serat baja sebagai bahan tambahan terhadap kuat tekan dan kuat tarik lentur beton. Limbah kaca diharapkan dapat mengurangi

penggunaan pasir alam sekaligus memanfaatkan limbah yang melimpah, sementara serat baja diharapkan dapat meningkatkan kuat tarik lentur beton yang menjadi kelemahan utama material beton. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan material konstruksi yang lebih ramah lingkungan (*green concrete*) sekaligus memiliki kinerja struktural yang lebih baik.

Pemilihan mutu beton fc'20 Mpa didasarkan pada penggunaannya yang umum pada konstruksi bangunan sederhana dan perkerasan non-prategang.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka dapat diidentifikasi beberapa permasalahan sebagai berikut:

1. Limbah kaca yang dihasilkan dari berbagai aktivitas belum dimanfaatkan secara optimal.
2. Volume Limbah Kaca terus menerus meningkat namun belum tertangani optimal.
3. Karakteristik fisik dan kimia limbah kaca yang berbeda dengan pasir alam dapat mempengaruhi kuat tekan beton secara signifikan.
4. Beton memiliki kelemahan berupa kuat tarik rendah dan sifat getas yang mudah retak.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Berapa nilai kuat tekan beton dengan substitusi limbah kaca 10% dan variasi serat baja Beton Normal, 0%, 0,4%, 0,5%, 0,6%, dan 0,7% pada umur 28 hari?
2. Berapa nilai kuat tarik belah beton dengan substitusi limbah kaca 10% dan variasi serat baja Beton Normal, 0%, 0,4%, 0,5%, 0,6%, dan 0,7% pada umur 28 hari?
3. Berapa nilai kuat lentur beton dengan substitusi limbah kaca 10% dan variasi serat baja Beton Normal, 0%, 0,4%, 0,5%, 0,6%, dan 0,7% pada umur 28 hari?

4. Berapa persentase optimum penambahan serat baja yang menghasilkan kuat tekan dan kuat lentur maksimum pada beton dengan substitusi limbah kaca 10%?
5. Bagaimana pengaruh variasi kadar serat baja terhadap kuat tekan dan kuat lentur beton dengan substitusi limbah kaca 10%?

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun maksud dan tujuan dari penelitian yang ingin dicapai adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis nilai kuat tekan dengan substitusi limbah kaca 10% dan variasi serat baja Beton Normal, 0%, 0,4%, 0,5%, 0,6%, dan 0,7% pada umur 28 hari.
2. Menganalisis nilai kuat tarik belah beton dengan substitusi limbah kaca 10% dan variasi serat baja Beton Normal, 0%, 0,4%, 0,5%, 0,6%, dan 0,7% pada umur 28 hari.
3. Menganalisis nilai kuat lentur beton dengan substitusi limbah kaca 10% dan variasi serat baja Beton Normal, 0%, 0,4%, 0,5%, 0,6%, dan 0,7% pada umur 28 hari.
4. Menentukan optimum penambahan serat baja yang menghasilkan kuat tekan, kuat tarik belah, dan kuat lentur maksimum pada beton dengan substitusi limbah kaca 10%
5. Menganalisis pengaruh variasi kadar serat baja terhadap kuat tekan, kuat tarik belah, dan kuat lentur beton dengan substitusi limbah kaca 10%.

1.5 Batasan Masalah

Agar penelitian lebih terarah dan tidak menyimpang dari tujuan, maka ditetapkan Batasan masalah sebagai berikut:

1. Limbah kaca yang digunakan berasal dari limbah bahan kontruksi.
2. Substitusi agregat halus dengan limbah kaca dilakukan secara berat dengan kadar tetap **10%** dari berat agregat halus.
3. Faktor air semen (FAS)
4. Uji mekanis (kuat tekan, tarik belah dan kuat lentur)
5. Kuat tarik belah beton diuji pada umur 28 hari menggunakan benda

uji silinder, sedangkan kuat lentur beton diuji pada umur 28 hari menggunakan balok berukuran 60cm x 15cm x 15cm.

6. Semen yang digunakan adalah *Portland Composite Cement (PCC)* yang tersedia di pasaran local.
7. Agregat kasar menggunakan batu pecah ukuran maksimum 20 mm.
8. Variasi kadar serat baja yang digunakan**: Beton Normal, 0%, 0,4%, 0,5% , 0,6%,** dan **0,7%** dari volume beton (beton segar).
9. Mutu beton fc' = 20 Mpa
10. Serat baja yang digunakan memiliki dimensi panjang 30 mm dengan diameter 0,75 mm dan digunakan dalam bentuk serat baja lurus.

1.6 Manfaat Penelitian

Manfaat Teoritis:

- Menambah wawasan dan pengetahuan mengenai pemanfaatan limbah kaca sebagai bahan substitusi agregat halus dalam campuran beton ramah lingkungan (*green concrete*).
- Menambah wawasan mengenai pengaruh penambahan serat baja terhadap kuat tekan dan kuat tarik lentur beton.
- Memberikan kontribusi ilmiah dalam pengembangan teknologi beton berbahan limbah dan material alternatif.
- Menjadi referensi bagi peneliti lain yang ingin mengembangkan penelitian serupa dengan variasi bahan atau parameter yang berbeda.

Manfaat Praktis:

- Memberikan alternatif material pengganti agregat halus (pasir) sehingga dapat mengurangi eksploitasi sumber daya alam.
- Membantu mengurangi volume limbah kaca di lingkungan dengan memanfaatkannya sebagai material konstruksi.
- Memberikan rekomendasi kadar optimum serat baja untuk beton dengan substitusi limbah kaca **10%**.
- Memberikan solusi untuk meningkatkan kuat tarik lentur beton yang menjadi kelemahan utama material beton.

- Memberikan rekomendasi persentase optimum substitusi limbah kaca dan kadar serat baja yang aman dan efektif untuk aplikasi di lapangan.
- Mendukung konsep pembangunan berkelanjutan *(sustainable construction*) melalui pemanfaatan limbah dan pengurangan dampak lingkungan.

1.7 Hipotesis Penelitian

Hipotesis dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

Hipotesis Nol (Ho):

Ho1: Tidak terdapat pengaruh signifikan variasi kadar serat baja terhadap kuat tekan beton dengan substitusi limbah kaca **10%**.

Ho2: Tidak terdapat pengaruh signifikan variasi kadar serat baja terhadap kuat tarik lentur beton dengan substitusi limbah kaca 10%.

Hipotesis Alternatif (H1):

H1: Terdapat pengaruh signifikan variasi kadar serat baja terhadap kuat tekan beton dengan substitusi limbah kaca 10%, dengan rincian:

- Penambahan serat baja pada kadar 0,4%-0,5% cenderung meningkatkan kuat tekan beton.
- Penambahan serat baja pada kadar >0,5% (0,6%-0,7%) cenderung menurunkan kuat tekan beton karena penurunan *workability*. Terdapat kadar optimum serat baja yang menghasilkan kuat tekan maksimal.

H2: Terdapat pengaruh signifikan variasi kadar serat baja terhadap kuat tarik lentur beton dengan substitusi limbah kaca **10%**.