

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia nomor 27 tahun 2020 mengenai pengelolaan sampah spesifik menyatakan bahwa “sampah merupakan sisa kegiatan sehari-hari manusia atau proses alam yang berbentuk padat”, berdasarkan pernyataan tersebut penyelenggaraan pengelolaan sampah dapat dilakukan melalui pengurangan dan penanganan. Konsep bangunan beton ramah lingkungan (*greener concrete*) yang sedang berkembang di dunia konstruksi salah satunya dengan pemanfaatan material buangan (*waste*) sebagai material penyusun beton dengan konsep 4R (*Reduce, Refurbish, Reuse* dan *Recycle*) (Megasari et al., 2016).

Beton adalah material konstruksi yang digunakan dalam pembangunan gedung, jembatan, jalan, dan sebagainya. Bahan-bahan yang membentuk beton meliputi agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil), air, dan semen. Perbandingan jumlah bahan yang digunakan akan memengaruhi kekuatan tekan beton yang diuji setelah 28 hari sesuai dengan standar umum. Berdasarkan kuat tekannya beton memiliki tiga klasifikasi, yaitu beton normal dengan kekuatan kurang dari 50 MPa, beton kinerja tinggi dengan kekuatan tekan antara 50 hingga 90 MPa, dan beton kinerja sangat tinggi dengan kekuatan tekan lebih dari 90 MPa (Hani, n.d., 2018).

Berbagai macam bangunan banyak menerapkan beton sebagai bahan konstruksi, karena beton memiliki kelebihan dan kemudahan dalam pembuatan, kekuatan terhadap api, serta keawetannya (Ahmad, et al., 2024). Akan tetapi kekurangan dari beton adalah kuat tarik yang rendah, berat, daya pantul suara yang besar, dan sulit merubah bentuk yang sebelumnya telah dibuat (Mufida, 2023). Untuk memperoleh sifat-sifat beton yang lebih baik, banyak hal yang dapat dilakukan mulai dari peningkatan mutu material beton sampai dengan memasukkan zat aditif berupa cairan maupun serat. Penambahan serat merupakan salah satu cara menaikkan kuat tekan beton (Anwar Chaeril et al., 2019).

Berdasarkan sifat mekaniknya, beton memiliki kuat tarik yang cukup rendah, akan tetapi beton memiliki kuat tekan yang tinggi (Trimurtiningrum, 2018). Kuat tarik beton hanya sekitar 10% dari kuat tekannya. Sebagai upaya untuk meningkatkan kuat tarik beton, beton serat atau fiber reinforced concrete (FRC) diperkenalkan pada akhir tahun 1960. Beton serat adalah beton yang mengandung campuran semen, air, agregat kasar, agregat halus, dan serat tambahan, baik serat alami maupun buatan. Penggunaan beton serat dapat meningkatkan kuat tarik beton, mengurangi retakan yang muncul, serta meningkatkan ketahanan tekan dan daktilitas beton (Dewi et al., 2017).

Sementara itu, sampah merupakan permasalahan utama yang membutuhkan penanganan yang serius terutama sampah anorganik, karena sampah jenis ini tidak dapat hancur dalam waktu singkat. Beton yang menggunakan serat limbah karpet digunakan pada beton ringan agregat kasar ALWA (*Artificial Lightweiht Aggregate*) dengan variasi volume fraksi serat limbah karpet 0%, 0,25%, 0,50%, 0,75%, dan 1,00%. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kuat lentur balok beton ringan dari ALWA yang menggunakan serat limbah karpet mencapai 1,09 MPa atau meningkat sebesar 7,15%. Penggunaan serat limbah karpet dapat menghilangkan keruntuhan secara tiba-tiba dengan nilai defleksi mengalami pengurangan sampai dengan 24,32% (Haryanto, 2016).

Sampah lain yang berpotensi merusak lingkungan selain sampah plastik yaitu sampah bekas pakaian. Secara global limbah pakaian di dunia ini mencapai 92 juta ton pakaian tak layak pakai (Dory, 2018). Ketidaktahuan bahwa pakaian bekas banyak menyumbangkan limbah membuat pemakai pakaian tidak bijak dalam membeli dan menggunakan pakaian dalam waktu singkat sehingga mengakibatkan banyaknya limbah pakaian bekas. Pakaian bekas yang tidak layak pakai perlu dicarikan alternatif pengolahan pakaian bekas sehingga berguna untuk keperluan produktif, sedangkan pakaian yang masih layak pakai dapat dijual kembali atau disumbangkan kepada yang membutuhkan.

Salah satu limbah pakaian bekas adalah limbah denim. Penghasil limbah denim terbesar di dunia umumnya adalah negara-negara dengan industri tekstil dan

fashion yang besar. Beberapa negara yang dikenal dengan produksi denim yang tinggi, dan menghasilkan limbah denim dalam jumlah besar diantaranya : China, India, Bangladesh, Turki, dan Amerika Serikat. Produksi denim menghasilkan antara 40 dan 65 L limbah per kilogram denim (Periyasamy & Periyasami, 2023). Menurut Greenpeace Internasional, produksi tekstil bertanggung jawab atas 20% pencemaran air dunia. Air limbah yang dihasilkan oleh industri denim perlu diolah sebelum dapat dibuang ke habitat perairan. Hal ini pula tercantum dalam jurnal (Patti et al., 2020) bahwa dampak lingkungan dari produksi tekstil menyangkut berbagai aspek yang terkait satu sama lain yang memperhitungkan penggunaan bahan kimia berbahaya, konsumsi air dan energi, emisi udara, dan transportasi. Bahan baku yang terlibat dalam pembuatan tekstil dibagi menjadi dua kategori utama : (i) serat alami, yang berasal dari sayuran dan tanaman dan (ii) serat buatan, sintetik atau hasil regenerasi berasal dari sumber daya berbasis minyak bumi seperti poliester, nilon, dll.

Berdasarkan observasi yang dilakukan oleh Andreina Ratu Permata dan Marissa Cory Agustina Siagian (Permata et al., 2018) telah dilakukan observasi di industri pabrik pembuatan *jeans* di daerah Tamin Bandung yang menyatakan bahwa beberapa tempat seperti di *Teddy's Collection* dan *Warung Jeans* menghasilkan banyak limbah denim hingga mencapai 20-30 kg per hari. Menurut Paul dalam (Permata et al., 2018) lebih lanjut menjelaskan bahwa tempat pembuangan sampah di kota menjadi lokasi pembuangan limbah denim atau dibakar dalam insierator limbah padat. Penerapan strategi yang efektif dan daur ulang denim yang tidak terbatas akan mengurangi dampak lingkungan dari limbah yang dihasilkan. Kain denim sendiri memiliki kekuatan tarik sebesar 623 N dengan nilai mulur sebesar 23,04 % ke arah panjang kain dan 319 N dengan nilai mulur sebesar 48,93% ke arah lebar kain. Pengujian kuat tarik tersebut dilakukan di Laboratorium Balai Tekstil Jakarta dan mengacu pada SNI 0276:2009 dengan pengambilan sampel pengujian kain adalah per 2,5 cm.

Penelitian yang berjudul “Kajian Karakteristik Geotekstil Dari Limbah Kain Denim” yang dilakukan oleh (Fahruroji et al., 2020a) menghasilkan nilai kekuatan tarik dan kuat sobek tertinggi dari produk geotekstil dengan komposisi 85% limbah denim dan 15% *low melt fiber*. Limbah denim yang dimanfaatkan menjadi

geotekstil dapat diaplikasikan sebagai material konstruksi, dengan kandungan serat kapas yang tinggi produk ini dapat digunakan sebagai bahan *covering* beton yang dapat mempertahankan kelembaban dan suhu beton. Kain denim dapat meningkatkan nilai kuat lentur beton karena serat-serat kain denim yang digunakan sebagai bahan penguat dalam campuran beton berfungsi untuk meningkatkan kemampuan beton dalam menahan gaya lentur. Sifat kain denim dengan serat-serat memberikan dukungan mekanik kepada beton untuk menahan beban lentur yang lebih besar. Kain denim yang bercampur dengan beton menciptakan struktur mikro yang saling mengikat antara agregat dan pasta semen sehingga meningkatkan ketahanan beton terhadap gaya lentur.

Penelitian yang dilakukan oleh (Lee, 2019) dilakukan pengujian dengan penambahan kain nylon sebanyak 0, 0,6, dan 1,2 kg/m³ dalam campuran agregat batu pecah dan agregat kasar daur ulang untuk dilihat efek kain nylon terhadap sifat mekanik campuran tersebut. Campuran agregat kasar daur ulang memiliki nilai kuat tekan yang rendah dibandingkan dengan agregat batu pecah. Namun, penambahan kain nylon menghasilkan peningkatan kuat tekan pada campuran agregat batu pecah dan agregat kasar daur ulang. Dapat disimpulkan bahwa penambahan kain nylon dapat meningkatkan nilai kuat tekan. Selain itu, peningkatan kuat tarik yang signifikan juga terlihat pada penambahan kain nylon sebanyak 1,2 kg/m³. Hasil pengujian dengan penambahan kain nylon mengalami peningkatan sebesar 80,6% dibandingkan campuran tanpa kain nylon.

Meningkatnya penggunaan beton dalam proyek-proyek konstruksi telah mendorong permintaan akan material beton. Hal ini menyebabkan penambangan batu dalam skala besar yang digunakan sebagai komponen campuran dalam pembuatan beton, yang pada akhirnya dapat mengakibatkan penurunan ketersediaan material beton. Beberapa studi telah dilakukan untuk mencari alternatif pengganti bahan beton yang bersumber dari elemen alam. Terdapat banyak penelitian yang dilakukan guna mencari alternatif pengganti material beton alami dengan bahan lain, termasuk pemanfaatan limbah konstruksi seperti limbah beton (Zakirah et al., 2023).

Limbah material buangan (*waste*) pada konstruksi berupa beton sisa berasal dari kelebihan beton yang dihasilkan selama proses pembuatan beton siap pakai (Ready Mix) maupun beton yang dibuat secara manual (Site Mix). Beton berlebih ini seringkali dibuang, yang dapat menurunkan estetika di area pembuangan dan berpotensi mencemari lingkungan (Ishaq et al., 2021). Menggunakan limbah beton sebagai campuran beton dan dapat diaplikasikan di lapangan dengan persentase 50% atau setengah dari berat total agregat kasar dengan perbandingan campuran beton 1:2,5:3,3:5, yaitu dengan nilai kuat tekan beton pada umur 21 hari sebesar $196,61 \text{ kg/cm}^2$ lebih tinggi 3% dari beton normal dengan nilai $190,87 \text{ kg/cm}^2$. Dari hasil penelitian tersebut penggunaan limbah beton sebagai pengganti agregat kasar dapat dijadikan rekomendasi dalam pembuatan beton ramah lingkungan.

Berdasarkan latar belakang tersebut, peneliti akan melakukan penelitian dengan judul “Pemanfaatan Limbah Beton Sebagai Pengganti Agregat dan Penambahan Serat Kain Denim terhadap Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton“. Pemanfaatan limbah kain denim sebagai serat beton dan limbah beton sebagai pengganti agregat dapat menjadi solusi bangunan beton ramah lingkungan (*greener concrete*).

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijabarkan, maka terdapat masalah yang akan diidentifikasi sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh penggunaan limbah beton sebagai pengganti agregat kasar dan agregat halus terhadap kuat tekan dan kuat lentur pada beton?
2. Adakah pengaruh penambahan serat limbah kain denim terhadap kuat tekan dan kuat lentur pada beton?
3. Bagaimana perbandingan nilai kuat tekan dan kuat lentur beton dengan penambahan serat limbah kain denim dengan beton kontrol?

1.3 Pembatasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah yang telah diuraikan dan untuk menghindari pembahasan yang terlalu luas, penelitian ini menetapkan batasan masalah sebagai berikut:

1. Penambahan serat beton yang digunakan sudah ditentukan ukurannya, yaitu limbah kain denim berukuran panjang 100 mm dan lebar 5 mm.
2. Presentase serat yang digunakan hanya variasi 1% dan 2% dari berat beton.
3. Benda uji yang digunakan untuk mengukur kuat tekan memiliki bentuk silinder dengan diameter 82 mm dan tinggi 150 mm, sedangkan untuk pengujian kuat lentur, benda uji berbentuk balok dengan ukuran 100 x 100 x 300 mm.
4. Sifat beton yang ditinjau pada kuat tekan, kuat lentur, dan pola retak.

1.4 Perumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah dan pembatasan masalah yang telah dibuat, maka rumusan masalah yang dapat ditentukan pada penelitian ini yaitu: Bagaimana pengaruh penggunaan limbah beton sebagai pengganti agregat kasar dan agregat halus dan penambahan limbah serat kain denim dengan variasi 1% dan 2% dari berat beton terhadap kuat tekan dan kuat lentur beton?.

1.5 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan, maka tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Pemanfaatan limbah beton sebagai pengganti agregat kasar dan limbah tekstil berbahan denim sebagai serat
2. Untuk mengetahui nilai kuat tekan dan kuat lentur beton serat dengan kain denim dan pengganti agregat kasar dengan limbah beton
3. Untuk mengetahui perbandingan nilai kuat tekan dan kuat lentur beton serat dengan beton normal

1.6 Manfaat Penelitian

a. Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat mendorong pengembangan dan penelitian selanjutnya terkait bidang material konstruksi dengan alternatif yang ramah lingkungan dan berkelanjutan.

b. Manfaat Praktis

Penelitian ini diharapkan dapat mengurangi dampak lingkungan negatif dengan memanfaatkan limbah tekstil dan beton sebagai bahan baku untuk membuat material konstruksi baru dengan kekuatan dan ketahanan yang layak dan mengurangi biaya produksi beton.

