

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan data yang diperoleh dari penelitian yang telah dilakukan terkait pemanfaatan limbah serbuk kaca sebagai bahan pengganti sebagian komponen semen dan kertas HVS sebagai bahan tambah pada pembuatan batako, dari hasil pembahasan tersebut, diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Penggunaan limbah kertas HVS sebagai material tambahan dan aplikasi serbuk kaca sebagai bahan pengganti parsial dalam campuran semen dalam memberikan pengaruh terhadap kuat tekan batako. Pengujian yang telah dilakukan menghasilkan temuan bahwa variasi normal tanpa serbuk kaca menghasilkan kuat tekan tertinggi dibandingkan variasi lainnya. Besarnya rata-rata kuat tekan yang diperoleh pada setiap variasi A (0% SK+0% HVS) berkisar antara 14-18,8 Mpa, variasi B (2,5% SK+2,5% HVS) sebesar 8-9,6 MPa, variasi C (5% SK+5% HVS) sebesar 2,8-4,8 MPa, dan variasi D (10% SK+7,5% HVS) sebesar 1,6-2 MPa. Semakin banyak kandungan serbuk kaca yang digunakan, maka akan terjadi penurunan kuat tekan batako.
2. Penggunaan limbah kertas HVS dan serbuk kaca juga memengaruhi daya serap air batako. Penambahan limbah kertas HVS menyebabkan nilai daya serap air meningkat seiring bertambahnya persentase campuran. Rerata tingkat penyerapan air yang diperoleh secara berurutan sebesar 7,404%; 11,182%; 14,132%; dan 16,832%. Meskipun mengalami peningkatan, seluruh variasi masih berada dalam batas persyaratan yang ditetapkan oleh SNI untuk batako mutu III karena nilai daya serap air yang dihasilkan masih berada di bawah batas maksimum 35%.
3. Berdasarkan analisis biaya material, penggunaan limbah kertas HVS dan limbah serbuk kaca memengaruhi biaya produksi batako. Penambahan limbah kertas HVS menyebabkan biaya material menjadi lebih tinggi dibandingkan

batako normal, karena harga pengolahan dan penyediaan limbah kertas HVS relatif lebih mahal. Meskipun demikian, penggunaan limbah tersebut tetap memberikan manfaat dari sisi lingkungan serta mampu menghasilkan batako yang lebih ringan dibandingkan batako tanpa bahan tambah.

4. Keterhubungan antara parameter kuat tekan, daya serap air, dan biaya material menunjukkan bahwa peningkatan penggunaan limbah kertas HVS menghasilkan batako yang lebih ringan, namun diikuti dengan peningkatan daya serap air dan biaya material. Seluruh variasi masih memenuhi persyaratan daya serap air berdasarkan SNI 03-0349-1989 untuk batako mutu III, sedangkan penggunaan serbuk kaca dalam kadar tinggi menyebabkan penurunan kuat tekan yang cukup signifikan. Berdasarkan hasil pengujian, variasi dengan kadar serbuk kaca dan limbah kertas HVS yang rendah merupakan komposisi yang paling optimum, karena masih mampu mempertahankan kuat tekan yang memenuhi persyaratan, memiliki daya serap air yang sesuai standar, serta memanfaatkan limbah sebagai bahan penyusun batako. Dengan demikian, batako berbasis limbah kertas HVS dan serbuk kaca tidak ditujukan untuk menggantikan batako konvensional pada seluruh jenis konstruksi, melainkan ditawarkan sebagai material bangunan alternatif yang lebih ramah lingkungan (*eco-friendly concrete block*). Inovasi ini memberikan nilai tambah melalui pemanfaatan limbah sebagai upaya pengurangan pencemaran lingkungan, pengurangan penggunaan material konvensional, serta menghasilkan batako yang lebih ringan sehingga berpotensi diaplikasikan pada konstruksi non-struktural, seperti dinding penyekat, pagar, atau bangunan sederhana yang tidak memerlukan kuat tekan tinggi.

5.2. Saran

Selama pelaksanaan penelitian, terdapat beberapa kendala yang ditemui, antara lain kesulitan dalam memperoleh ukuran serbuk kaca yang seragam, perlakuan terhadap limbah kertas HVS yang memerlukan waktu cukup lama dalam proses pengubahan dari kondisi *pulp* menjadi kondisi kering, serta variasi kadar air pada

limbah kertas HVS dan pasir yang digunakan. Selain itu, proses pencampuran dan pencetakan batako memerlukan ketelitian yang tinggi agar seluruh material dapat tercampur secara homogen. Kendala-kendala tersebut berpotensi memengaruhi kualitas campuran, karakteristik fisik batako, serta hasil pengujian terhadap parameter kuat tekan dan kemampuan penyerapan air yang diperoleh. Oleh karena itu, diperlukan beberapa upaya perbaikan dan pengembangan pada penelitian selanjutnya agar proses pelaksanaan penelitian dapat berjalan lebih efektif serta menghasilkan data yang lebih akurat, konsisten, dan representatif. Sebagai upaya pengembangan penelitian di masa mendatang, beberapa saran yang dapat diberikan yaitu sebagai berikut:

1. Penelitian selanjutnya disarankan untuk meningkatkan proses persiapan material dengan menggunakan alat penghancur dan pengayak yang lebih memadai guna memperoleh serbuk kaca dengan ukuran partikel yang seragam, serta menerapkan metode pengeringan limbah kertas HVS yang lebih terkontrol setelah proses pembentukan *pulp*, seperti menggunakan oven atau ruang pengering dengan suhu tertentu. Keseragaman ukuran partikel serbuk kaca dan kadar air limbah kertas HVS diharapkan dapat meningkatkan homogenitas campuran serta menghasilkan karakteristik batako yang lebih konsisten dan akurat.
2. Pada penelitian selanjutnya, disarankan untuk menggunakan salah satu variabel bahan tambahan sebagai variabel tetap dengan persentase 0%, baik limbah kertas HVS maupun serbuk kaca, sementara material lainnya divariasikan persentasenya. Pendekatan ini bertujuan untuk mengisolasi pengaruh masing-masing material terhadap karakteristik batako, sehingga kontribusi limbah kertas HVS dan serbuk kaca terhadap kuat tekan, daya serap air, maupun aspek ekonomi dapat dianalisis secara lebih spesifik dan akurat. Dengan demikian, hubungan sebab-akibat dari masing-masing bahan terhadap performa batako dapat dipahami dengan lebih jelas dan menjadi dasar dalam menentukan komposisi campuran yang paling optimal.
3. Untuk pengembangan penelitian selanjutnya, dapat dipertimbangkan penggunaan variasi persentase kertas HVS dan serbuk kaca yang memiliki

variasi lebih banyak sehingga dapat diketahui perbandingan campuran yang paling efektif, yang menghasilkan kuat tekan terbaik dan daya serap air terendah pada batako atau dengan menggunakan persentase pada salah satu bahan limbah yang dijadikan sebagai variabel terikat sehingga dapat lebih jelas mengetahui pengaruh kertas HVS dan serbuk kaca pada pengaplikasian campuran batako.

4. Dalam proses pembuatan batako, perlu diperhatikan proses pengadukan, pencetakan, dan curing agar seluruh benda uji memiliki kepadatan yang merata sehingga perolehan nilai dari pengujian kuat tekan serta daya absorpsi air menjadi lebih akurat.
5. Disarankan untuk melakukan pengujian tambahan seperti uji berat jenis, uji ketahanan terhadap cuaca, maupun uji kuat lentur agar karakteristik batako dengan campuran kertas HVS dan serbuk kaca dapat diketahui secara lebih lengkap.
6. Pada penelitian berikutnya, analisis biaya produksi dapat dibuat lebih rinci dengan memperhitungkan biaya tenaga kerja, proses produksi, dan biaya operasional lainnya sehingga diperoleh perbandingan biaya yang lebih akurat antara batako normal dan batako dengan bahan tambahan limbah.
7. Berdasarkan hasil penelitian, batako dengan pemanfaatan limbah kertas HVS dan serbuk kaca disarankan untuk dikembangkan lebih lanjut sebagai material bangunan non-struktural yang ramah lingkungan. Seluruh variasi memenuhi persyaratan daya serap air berdasarkan SNI 03-0349-1989, sedangkan variasi B memenuhi persyaratan kuat tekan batako mutu III dan variasi C memenuhi persyaratan kuat tekan batako mutu IV. Oleh karena itu, variasi tersebut berpotensi dikembangkan sebagai alternatif material bangunan yang mampu memanfaatkan limbah, mengurangi penggunaan material konvensional, serta mendukung penerapan konsep pembangunan berkelanjutan.