

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Sebagai penutup dari tesis ini akan disajikan kesimpulan berdasar data hasil pengujian yang terdiri dari pengujian sifat fisik, sifat kimia, serta pengujian kuat tekan dapat ditarik kesimpulan terkait pengaruh dari substitusi bubuk limbah genteng terhadap semen dengan persentase sebesar 0%, 10%, 20%, 30% dan 50% pada campuran mortar. Kesimpulan dari hasil pengujian dan pembahasan pada bab sebelumnya adalah sebagai berikut:

1. Dari hasil uji kehalusan bubuk didapat nilai kehalusan material semen yaitu $4.399,5 \text{ cm}^2/\text{g}$ sedangkan nilai kehalusan material bubuk limbah genteng masih dibawah nilai yang disyaratkan oleh SNI 15-2049-2004 ($>2800 \text{ cm}^2/\text{g}$) yaitu $2753 \text{ cm}^2/\text{g}$. Ukuran partikel yang kurang halus dipengaruhi oleh proses penggilingan yang kurang lama.
2. Hasil perhitungan data pengujian *X-Ray Fluorescence (XRF)* dari material semen dan material bubuk limbah genteng didapat persentase senyawa C3A yaitu 9,5% dan 23,96%. Persentase senyawa C4AF pada kedua material tersebut yaitu 14,68% dan 44,90%. Persentase senyawa C3S pada kedua materi tersebut yaitu 12,26% dan 0%, sedangkan persentase senyawa C2S pada kedua material tersebut yaitu 47,92% dan 150,05%. Bubuk limbah genteng merupakan material yang termasuk kedalam jenis *pozzolan* dengan jumlah komposisi kimia $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ lebih tinggi dari 70%. Meskipun termasuk kedalam material *pozzolan*, tetapi memiliki reaktivitas lambat (*slow-reactive pozzolan*).
3. Dari hasil pengujian *initial setting time* terdapat peningkatan waktu pada sampel dengan substitusi bubuk limbah genteng sebanyak 10% sampai dengan 50% dibanding dengan sampel kontrol (0%). Pada substitusi 0% didapat waktu 151 menit, substitusi 10% didapat waktu 162,5 menit, substitusi 20% didapat waktu 178 menit, substitusi 30% didapat waktu 191,5 menit dan pada substitusi 50% didapat waktu 208 menit. Sedangkan pada pengujian *final setting time* terdapat peningkatan waktu pada sampel dengan substitusi bubuk limbah genteng sebanyak 10% sampai dengan 50% dibanding dengan sampel kontrol (0%). Pada substitusi 0% didapat waktu 288,5 menit, substitusi 10% didapat waktu 307,5 menit, substitusi 20% didapat waktu 325,5 menit, substitusi 30% didapat waktu 350,5 menit dan pada substitusi 50% didapat waktu 409 menit. Penambahan bubuk limbah genteng ke dalam campuran mortar menyebabkan peningkatan waktu ikat dikarenakan kandungan SiO_2 yang dominan pada bubuk limbah genteng.

4. Hasil uji kuat tekan pada pengujian I mengalami penurunan kuat tekan dibandingkan dengan sampel kontrol (0%), pada pengujian hari ke 3 dan ke 7 didapat penurunan 14% - 77% pada keseluruhan sampel benda uji sedangkan pengujian hari ke 28 didapat penurunan dengan rentang 8% - 60%. Pada pengujian II mengalami penurunan kuat tekan dibandingkan dengan sampel kontrol (0%), pada pengujian hari ke 3 dan ke 7 didapat penurunan 25,8% - 79,6% pada keseluruhan sampel benda uji sedangkan pengujian hari ke 28 didapat penurunan dengan rentang 13,6% - 57,2%. Dari kedua pengujian baik pengujian I dan pengujian II penurunan kuat tekan dipengaruhi oleh substitusi semen dengan bubuk limbah genteng. Semakin banyak persentase substitusi maka nilai kuat tekan semakin kecil. Hal ini disebabkan oleh ukuran partikel bubuk limbah genteng yang lebih besar serta daya serap air yang besar pada bubuk limbah genteng. Hal tersebut menyebabkan berkurangnya air untuk proses hidrasi sehingga menghambat terjadinya pembentukan struktur menjadi padat dan mengurangi kekuatan tekan mortar.
5. Hasil uji kuat tekan dari kedua pengujian (Pengujian I dan Pengujian II) pada substitusi 10% - 30% termasuk kedalam spesifikasi Mortar Tipe M. Hasil uji kuat tekan pada sampel substitusi 10% - 30% yaitu 18,69 Mpa sampai dengan 24,36 Mpa. Sedangkan pada sampel substitusi 50% termasuk dalam Mortar Tipe N. Hasil uji kuat tekan pada sampel substitusi 50% yaitu 10,75 Mpa (Pengujian I) dan 11,44 Mpa (Pengujian II).
6. Penggunaan bubuk limbah genteng sebagai bahan substitusi sebagian material semen merupakan alternatif yang layak secara lingkungan, namun memerlukan optimalisasi formulasi agar dapat memenuhi kriteria teknis secara menyeluruh.

5.2 Saran

Penelitian ini menunjukkan bahwa bubuk limbah genteng berpotensi digunakan sebagai bahan substitusi semen dalam campuran mortar, khususnya sebagai upaya pemanfaatan limbah serta pengurangan penggunaan semen. Namun demikian dikarenakan efektivitas yang terbatas karena reaktivitas kimia yang rendah dan minimnya kandungan senyawa aktif penghasil kekuatan awal, maka perlu dilakukan penelitian lanjutan yang mencakup penambahan waktu penggilingan material bubuk limbah genteng hingga nilai uji kehalusan mendekati nilai uji kehalusan material semen. Dikarenakan bubuk limbah genteng termasuk kedalam golongan dengan reaksi *pozzolan* yang tertunda maka diperlukan periode pengujian kuat tekan dengan waktu yang lebih lama (≥ 56 hari) agar dapat menunjukkan peningkatan nilai.