

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan data hasil penelitian genteng beton dengan substitusi serbuk kaca dan abu tempurung kelapa, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Seluruh variasi genteng beton (Gga, Ggb, Ggc, Ggd, Gge) tidak menunjukkan cacat maupun retak pada permukaannya. Semua variasi juga memenuhi persyaratan SNI 0096:2007 untuk nilai kerataan, dengan nilai maksimum 3 mm artinya substitusi serbuk kaca dan abu tempurung kelapa tidak mengganggu kualitas fisik genteng.
2. Dari aspek mekanik, hasil pengujian mengungkap adanya kecenderungan peningkatan performa yang berbanding lurus dengan persentase substitusi. Nilai beban lentur meningkat dari 1416,21 N pada variasi kontrol (Gga) menjadi 1731,52 N pada variasi dengan substitusi tertinggi (Gge), atau setara dengan peningkatan sebesar 22,26%. Sejalan dengan itu, nilai penyerapan air mengalami penurunan dari 8,291% menjadi 6,810% pada variasi yang sama, dengan seluruh variasi tetap berada di bawah ambang batas 10% yang dipersyaratkan oleh SNI 0096:2007. Pengujian rembesan air turut mengonfirmasi bahwa seluruh variasi, termasuk kontrol, tidak menunjukkan rembesan pada permukaan bawah genteng, sehingga seluruh sampel dinyatakan memenuhi standar mutu yang berlaku.
3. Analisis biaya material menunjukkan bahwa peningkatan proporsi substitusi berkorelasi dengan penurunan biaya produksi, dari Rp4.197,88 per unit pada variasi kontrol (Gga) menjadi Rp3.948,30 per unit pada variasi Gge, atau efisiensi biaya sebesar 5,59%.
4. Dengan demikian, terdapat keselarasan positif antara ketiga parameter yang diteliti yaitu beban lentur, penyerapan air, dan biaya material di mana peningkatan proporsi substitusi limbah secara konsisten menghasilkan

perbaikan performa teknis sekaligus efisiensi biaya. Variasi Gge (substitusi 10% serbuk kaca dan 10% abu tempurung kelapa) teridentifikasi sebagai komposisi paling optimal karena mampu memberikan kombinasi terbaik antara kekuatan mekanik, ketahanan terhadap air, dan efisiensi ekonomis dibandingkan variasi lainnya.

5.2. Saran

Hasil penelitian mengenai pemanfaatan serbuk kaca sebagai pengganti sebagian agregat halus (pasir) serta abu tempurung kelapa sebagai pengganti sebagian semen pada pembuatan genteng beton memberikan beberapa temuan yang dapat dijadikan dasar dalam pengembangan penelitian berikutnya. Oleh karena itu, sejumlah saran dan pertimbangan perlu diperhatikan agar penelitian selanjutnya dapat menghasilkan kinerja dan kualitas yang lebih baik.

1. Pengujian pada penelitian ini mengacu pada parameter SNI 0096:2007 namun hanya dilakukan pada satu usia curing dan jumlah sampel yang terbatas, sehingga konsistensi hasil pada rentang waktu yang lebih panjang belum dapat dipastikan. Perlu dicatat bahwa SNI 0096:2007 belum mengatur pengujian terhadap potensi reaksi kimiawi jangka panjang
2. Analisis biaya pada penelitian ini masih terbatas pada harga bahan baku per unit, dan belum memperhitungkan biaya pengolahan limbah. Sehingga klaim keunggulan ekonomis terhadap genteng beton konvensional belum dapat dipastikan konsisten pada skala produksi yang berbeda.
3. Waktu siklus produksi, timbunan limbah proses, serta jarak transportasi bahan substitusi dari sumber ke lokasi produksi belum dikaji dalam penelitian ini.
4. Hasil penelitian ini dapat dipertimbangkan sebagai dasar pengembangan produk genteng beton ramah lingkungan di sektor industri melalui pemanfaatan abu tempurung kelapa sebagai bahan tambah *pozzolan*. Penerapan material limbah biomassa ini berkontribusi terhadap pengurangan limbah padat, peningkatan efisiensi pemanfaatan sumber daya, serta mendukung konsep konstruksi berkelanjutan (*sustainable construction*) dan ekonomi sirkular (*circular economy*) dalam industri bahan bangunan.