

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai pengaruh substitusi *fly ash* dan penambahan *crystalline powder waterproofing* terhadap sifat beton integral, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Nilai kuat tekan beton integral pada umur 28 hari yang dipengaruhi oleh substitusi *fly ash* dan penambahan *crystalline powder waterproofing*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa variasi A memperoleh kuat tekan rata-rata sebesar 26,880 MPa, variasi B sebesar 27,615 MPa, variasi C sebesar 28,389 MPa, dan variasi D sebesar 26,163 MPa. Nilai kuat tekan optimum diperoleh pada variasi C dengan substitusi 20% *fly ash* dan penambahan 3% *crystalline powder waterproofing*, sedangkan penggunaan kadar yang lebih tinggi menyebabkan penurunan kuat tekan beton.
2. Nilai kekedapan air beton integral menunjukkan peningkatan seiring bertambahnya kadar *fly ash* dan *crystalline powder waterproofing*. Variasi A menghasilkan nilai kekedapan air sebesar 36,667%, variasi B sebesar 29,333 mm, variasi C sebesar 26,667%, dan variasi D sebesar 22,667%. Nilai kekedapan air terbaik diperoleh pada variasi D, yang menunjukkan bahwa kombinasi *fly ash* dan *crystalline powder waterproofing* mampu meningkatkan kerapatan mikrostruktur beton sehingga mengurangi rembesan air dan meningkatkan ketahanan beton terhadap masuknya air.
3. Nilai penyerapan air beton integral mengalami penurunan akibat substitusi *fly ash* dan penambahan *crystalline powder waterproofing*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa variasi A memiliki nilai penyerapan air sebesar 0,706%, variasi B sebesar 0,404%, variasi C sebesar 0,166%, dan variasi D sebesar 0,117%. Nilai penyerapan air terendah diperoleh pada variasi D, yang

menunjukkan bahwa beton memiliki tingkat porositas yang lebih rendah dan ketahanan terhadap masuknya air yang lebih baik.

4. Hasil perbandingan harga material menunjukkan bahwa setiap variasi campuran memiliki biaya produksi yang berbeda. Biaya material pada variasi A sebesar Rp1.102.405/m<sup>3</sup>, variasi B sebesar Rp1.408.521/m<sup>3</sup>, variasi C sebesar Rp1.487.651/m<sup>3</sup>, dan variasi D sebesar Rp1.525.949/m<sup>3</sup>. Semakin tinggi kadar *fly ash* dan *crystalline powder waterproofing* yang digunakan, maka biaya material beton integral juga semakin meningkat.
5. Hasil penelitian menunjukkan bahwa substitusi *fly ash* dan penambahan *crystalline powder waterproofing* memengaruhi kuat tekan, kedap air, penyerapan air, dan harga material beton integral. Kuat tekan mengalami peningkatan sebesar 2,73% pada variasi B dan 5,61% pada variasi C, namun menurun sebesar 2,67% pada variasi D dibandingkan variasi kontrol (A). Meskipun kuat tekan menurun pada variasi D, kedap air tetap meningkat sebesar 20,00%, 27,27%, dan 38,18% pada variasi B, C, dan D, serta diikuti oleh penurunan nilai penyerapan air dari 0,706% pada variasi kontrol (A) menjadi 0,404%, 0,166%, dan 0,117% pada variasi B, C, dan D, dengan peningkatan sebesar 47,22%, 76,49%, dan 83,43% terhadap variasi kontrol (A). Hal ini menunjukkan bahwa substitusi *fly ash* dan penambahan *crystalline powder waterproofing* mampu meningkatkan durabilitas beton melalui perbaikan struktur pori sehingga mengurangi penyerapan air dan meningkatkan ketahanan terhadap penetrasi air. Dari perbandingan biaya, harga material beton mengalami kenaikan sebesar 27,77%, 34,93%, dan 38,48% pada variasi B, C, dan D. Dengan demikian, perubahan kadar *fly ash* dan *crystalline powder waterproofing* memberikan pengaruh terhadap kinerja beton integral baik dari aspek mekanis, durabilitas, maupun biaya.

## 5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai pengaruh substitusi *fly ash* dan penambahan *crystalline powder waterproofing* terhadap sifat beton integral, terdapat beberapa saran yang dapat digunakan sebagai bahan pengembangan untuk penelitian selanjutnya, yaitu sebagai berikut:

1. Pengujian pada umur beton yang lebih panjang, seperti 56 hari dan 90 hari, perlu dilakukan untuk mengetahui perkembangan kuat tekan dan durabilitas beton integral dalam jangka panjang, mengingat reaksi pozzolanik *fly ash* masih terus berlangsung setelah umur 28 hari.
2. Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan variasi campuran yang lebih rinci dengan memvariasikan kadar *crystalline powder waterproofing* pada setiap tingkat substitusi *fly ash*. Sebagai contoh, pada kadar *fly ash* 10%, 20%, dan 30% dapat dikombinasikan dengan kadar *crystalline powder waterproofing* sebesar 2%, 3%, dan 4%. Hal ini diperlukan untuk mengetahui pengaruh masing-masing keduanya terhadap karakteristik beton integral.
3. Penelitian selanjutnya dapat menambahkan kadar substitusi *fly ash* lebih variatif sehingga diharapkan dapat memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai kecenderungan perubahan karakteristik beton.
4. Pengujian durabilitas tambahan, seperti ketahanan terhadap penetrasi ion klorida, dan serangan sulfat, dapat dilakukan untuk memperoleh gambaran yang lebih komprehensif mengenai kinerja beton integral pada kondisi lingkungan.