

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang telah dilakukan dan pembahasan di atas terkait beton substitusi pasir zeolit dengan berbagai perlakuan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Pengaruh perlakuan pada agregat halus berupa pasir zeolit menunjukkan bahwa seluruh variasi substitusi menghasilkan densitas yang lebih rendah daripada beton normal $2.405,354 \text{ kg/m}^3$, dengan rentang hasil antara $2.360,272 \text{ kg/m}^3$ sampai $2.385,045 \text{ kg/m}^3$. Penurunan densitas ini disebabkan oleh perbedaan berat jenis antara pasir biasa dengan pasir zeolit. Perlakuan kering menghasilkan densitas tertinggi sebesar $2.385,045 \text{ kg/m}^3$ karena perlakuan ini mengubah sifat fisik zeolit yang memungkinkan pasta semen meresap ke dalam pori-pori pasir zeolit. Sementara itu, densitas terendah dimiliki oleh beton tanpa perlakuan dengan hasil $2.360,272 \text{ kg/m}^3$ karena pasir zeolit masih mengandung pengotor dan udara yang terjebak.
2. Penelitian ini meneliti pengaruh perlakuan pasir zeolit sebesar 15% untuk menyubstitusikan ke campuran agregat halus terhadap kuat tekan beton. Dari berbagai variasi yang diuji, variasi beton dengan perlakuan kimia menghasilkan kuat tekan sebesar 20,170 MPa pada umur 28 hari, yang berhasil melampaui target rencana dan lebih tinggi daripada variasi substitusi pasir zeolit lainnya. Sebaliknya, pada beton tanpa perlakuan, perlakuan kering, dan perlakuan SSD berturut-turut memperoleh nilai pengujian sebesar 16,130 MPa, 16,924 MPa, dan 13,190 MPa, yang seluruhnya belum memenuhi target rencana. Namun pada perlakuan kering menurut penelitian Zhang & Wang (Zhang & Wang, 2020) dapat meningkatkan kuat tekan dapat mendekati hasil dari beton normal dengan selisih 3,83 MPa lebih rendah dari pada beton normal. Pada penelitian ini belum mendekati hasil dari beton normal karena pada penelitian ini pada

perlakuan kering, karena dibatasi suhu oven sebesar 105° hingga 110°C dibandingkan pada penelitian terdahulu menggunakan suhu sebesar 500°C . Akan tetapi pada variasi perlakuan kimia memberikan hasil dari pengujian dengan membuktikan bahwa penggunaan zat kimia HCl dan NaOH efektif untuk meningkatkan aktivitas dan kekuatan ikatan dari substitusi pasir zeolit dengan pasta semen, dan terdapat tahap pengeringan terhadap pasir zeolit, sehingga perlakuan pada variasi kimia ini menjadi perlakuan yang paling optimal terhadap kuat tekan beton dari seluruh variasi.

3. Perlakuan pasir zeolit terhadap pengujian *slump test* beton menunjukkan bahwa seluruh variasi dengan substitusi pasir zeolit mengalami penurunan *workability* jika dibandingkan dengan beton normal yang memiliki nilai slump 7,25 cm. Beton tanpa perlakuan dan perlakuan SSD mengalami penurunan nilai slump masing-masing menjadi 6,75 cm dan 5,75 cm, sedangkan beton perlakuan kering dan perlakuan kimia mengalami penurunan yang jauh lebih drastis hingga mencapai 4,00 cm dan 2,50 cm. Penurunan nilai slump ini disebabkan oleh karakteristik pasir zeolit yang menyerap air dari adukan beton, dengan tingkat penyerapan berbeda-beda tergantung dari jenis perlakuan. Beton dengan perlakuan kimia menunjukkan daya serap dan reaktivitas paling tinggi sehingga menghasilkan konsistensi adukan yang paling kaku.
4. Pengaruh pasir zeolit sebagai substitusi pasir terhadap beton secara keseluruhan menunjukkan bahwa metode perlakuan pasir zeolit memiliki pengaruh terhadap kinerja beton yang dihasilkan. Meskipun substitusi pasir zeolit secara konsisten menurunkan densitas dan nilai slump beton pada seluruh variasi perlakuan, dampaknya terhadap kuat tekan beton bersifat bervariasi dan bergantung pada perlakuan yang diterapkan. Perlakuan kimia menggunakan HCl dan NaOH terbukti sebagai variasi yang paling optimal karena menghasilkan beton dengan kuat tekan tertinggi yang melampaui target rencana, walaupun menghasilkan tingkat *workability* yang rendah. Dengan demikian, hasil ini menandakan bahwa material pasir zeolit dapat digunakan sebagai substitusi parsial agregat halus pada beton, dengan catatan wajib melalui perlakuan aktivasi kimia agar

performa mekanis yang dihasilkan dapat memenuhi atau bahkan melampaui standar kuat tekan dari beton normal.

5.2 Saran

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan selama ini dalam pembuatan beton substitusi pasir zeolit dengan berbagai perlakuan. Penelitian ini memberikan saran untuk penelitian selanjutnya agar menjadi langkah pengoptimalan kualitas pada pengujian beton sebagai berikut :

1. Adanya zat pengotor pada pasir zeolit alami dapat memengaruhi kualitas adukan. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk membersihkan pasir zeolit terlebih dahulu sebelum digunakan.
2. Ketidaksesuaian volume adukan dengan kapasitas mixer beton berisiko menurunkan kualitas beton. Oleh karena itu, penelitian berikutnya disarankan menyesuaikan volume total material dengan kapasitas mixer dan cetakan yang tersedia.
3. Terdapat penyusutan volume adukan akibat material yang tertinggal pada mesin mixer, sehingga cetakan silinder tidak terisi penuh. Oleh karena itu, perhitungan job mix design selanjutnya disarankan menambahkan faktor *waste*.