

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan terkait roster beton adanya campuran limbah cangkang telur ayam dan pecahan batu-bata dapat disimpulkan, antara lain:

1. Pemanfaatan limbah cangkang telur ayam sebagai bahan substitusi parsial semen dan pecahan batu-bata sebagai bahan substitusi parsial pasir dapat mempengaruhi nilai kuat tekan roster. Hasil dari pengujian dimana variasi R1 sebagai kontrol atau roster konvensional memiliki nilai kekuatan tekan rata-rata sebesar 20,39 kg/cm² sementara pada variasi R2 sebesar 21,75 kg/cm², dan R3 sebesar 19,71 kg/cm². Hasil tersebut menunjukkan bahwa pada variasi R2 dengan penambahan limbah cangkang telur ayam sebesar 3% dan limbah batu-bata sebesar 10% merupakan hasil paling optimal karena adanya kombinasi antara limbah batu bata yang memperkuat roster secara kimiawi dengan reaksi pozolan, sedangkan serbuk cangkang telur yang bekerja secara fisik sebagai pengisi pori (*Filler*) yang menutup rongga udara serta mempercepat pengerasan awal. Sementara pada variasi R4 mendapatkan nilai rata-rata kekuatan tekan sebesar 17 kg/cm² dan R5 sebesar 12,75 kg/cm² menunjukkan bahwa semakin banyak penambahan limbah cangkang telur ayam dan batu-bata maka akan menurunkan nilai kuat tekan roster. Sesuai dengan syarat fisis menurut SNI 03-039-1989 yang menetapkan nilai kekuatan tekan rata-rata minimum pada mutu IV sebesar 20 kg/cm², maka dapat disimpulkan bahwa variasi R2 dengan penambahan limbah cangkang telur ayam sebesar 3% dan limbah batu-bata sebesar 10% merupakan variasi yang ideal dan menjadi batas maksimum penambahan limbah pada campuran roster secara bersamaan.
2. Hasil dari pengujian daya serap air menunjukkan variasi R1 7,05% ; R2 8,55% ; R3 9,84% ; R4 10,96% ; dan R5 11,41%. Hal ini menunjukkan bahwa semakin banyaknya penambahan limbah cangkang telur ayam dan batu-bata maka

penyerapan air pada roster akan semakin meningkat karena sifat dasar kedua material yang berpori serta memiliki kapilaritas tinggi. Penambahan limbah dalam jumlah besar akan meningkatkan kebutuhan air dan saat terjadinya hidrasi pada semen akan meninggalkan pori pada roster beton, akibatnya roster menjadi lebih terbuka dan memudahkan air meresap kedalam. Jika hasil tersebut diklasifikasi pada SNI 03-0349-1989 maka pengaruh penyerapan air yang meningkat seiring penambahan limbah tersebut tergolong tidak signifikan dan tetap terklasifikasi mutu I dengan maksimal 25% penyerapan air. Walaupun pada mutu IV tidak ada standar minimum untuk penyerapan air, penggunaan kedua limbah ini harus dibatasi pada kadar optimum sesuai syarat fisis yang berlaku agar tidak menurunkan kualitas mekanis roster.

3. Hasil rata-rata pengujian berat isi pada roster menunjukkan pada variasi R1 2052 kg/m³ ; R2 1949 kg/m³; R3 1748 kg/m³; R4 1710 kg/m³; R5 1689 kg/m³. Dapat disimpulkan bahwa seiring banyaknya penambahan limbah cangkang telur ayam dan batu-bata maka berat isi roster tersebut semakin ringan dengan nilai terendah pada variasi R5 dengan penambahan serbuk cangkang telur ayam 10% dan butiran batu-bata dapat mengurangi berat sekitar 20% dibandingkan variasi normal R1 dengan volume yang sama. Pengurangan berat tersebut terjadi akibat perbedaan berat jenis limbah yang relatif lebih rendah dengan material penyusun utama dan menghasilkan roster yang memiliki kerapatan massa (*density*) lebih rendah dan porositas tinggi.
4. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan limbah cangkang telur ayam dan batu-bata dari aspek fisik dan visual hanya mempengaruhi dari segi tekstur yang menghasilkan roster lebih kasar. Selain itu tidak ada berpengaruh pada segi warna, bentuk, ukuran maupun keretakan dan cacat sudut. Pemeriksaan fisik atau visual mengacu pada SK SNI-S-04-1989-F memiliki dua ketentuan, yakni sifat visual serta bentuk dan dimensi. Temuan dari pengkajian ini menjelaskan bahwa semua variasi memenuhi kriteria pertama, yang meliputi fisik yang ideal, bebas dari retakan, dan tidak ada cacat pada sudut. Begitu pula, variasi tersebut juga memenuhi kriteria kedua, dengan bentuk yang sesuai dengan cetakan yang digunakan, yakni 20 cm x 20 cm x 10

cm. Oleh karena itu, didapatkan hasil dari pengujian pada roster ini telah memenuhi standar sifat fisik dan visual berdasarkan SK SNI-S-04-1989-F.

5. Berdasarkan hasil analisis terhadap perbandingan biaya produksi, masing-masing variasi menghasilkan adanya perbedaan biaya yang berbeda secara signifikan, yaitu R1 dengan biaya Rp5.531 per produksi, R2 sebesar Rp4.282 per produksi, R3 yakni Rp4.541 per produksi, R4 seharga Rp4.389, dan R5 dengan biaya Rp3.824 per produksi. Dari analisis ini, didapatkan hasil dari harga roster yang ramah lingkungan lebih rendah dibandingkan dengan roster yang konvensional. Penilaian ini berasal dari fakta bahwa limbah seperti cangkang telur ayam dan batu bata dapat dengan mudah diperoleh dengan harga lebih murah, dan juga dapat menekan kebutuhan bahan utama seperti semen dan pasir dalam proses pembuatan roster.
6. Berdasarkan hasil analisis data menggunakan software IBM SPSS *Statistics*, dapat disimpulkan bahwa secara simultan (Uji F) variabel cangkang telur ayam dan batu bata memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kuat tekan dengan nilai signifikansi sebesar $0,012 < 0,05$ ($F = 6,512$). Namun secara parsial (Uji t), hanya variabel cangkang telur ayam yang berpengaruh signifikan dengan arah hubungan negatif (Sig. $0,020 < 0,05$), sedangkan variabel Batu Bata tidak menunjukkan pengaruh yang signifikan terhadap kuat tekan (Sig. $0,107 > 0,05$). Sementara itu, hasil uji kesamaan rata-rata (*Robust Tests of Equality of Means*) melalui metode *Welch* menunjukkan nilai signifikansi sebesar $0,088 > 0,05$, yang berarti tidak terdapat perbedaan rata-rata nilai kuat tekan yang signifikan secara statistik di antara kelompok data yang diuji.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil analisis dan kesimpulan penelitian, terdapat adanya beberapa rekomendasi yang dapat dimanfaatkan sebagai evaluasi serta pengembangan untuk penelitian selanjutnya, yaitu:

1. Keterbatasan interval persentase bahan substitusi dalam pengujian ini membuat visualisasi grafik tren kekuatan material belum memuncak secara presisi. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya diharapkan menggunakan komposisi variasi

baru dengan rentang persentase yang lebih kecil untuk mengetahui komposisi optimal yang lebih spesifik.

2. Penelitian ini terbatas pada penggunaan variasi linier tunggal sehingga interaksi antar dua limbah belum terlihat optimal. Menyadari kekurangan tersebut, peneliti selanjutnya disarankan untuk menguji menggunakan dua jenis limbah campuran, di mana salah satu limbah dibuat konstan atau bernilai tetap pada setiap variasinya.
3. Proses pencampuran bahan secara manual masih berisiko memicu terjadinya penggumpalan. Oleh sebab itu, dalam proses pencampuran bahan roster berikutnya disarankan menggunakan mesin pengaduk agar campuran roster yang dihasilkan lebih merata.
4. Pengujian dalam pengkajian ini hanya mengutamakan pada pengujian kuat tekan dan penyerapan air. Oleh sebab itu, disarankan untuk melakukan pengujian lainnya, seperti porositas serta ketahanan cuaca, sehingga karakteristik roster beton dapat dievaluasi secara komprehensif sebagai dasar pengembangan material konstruksi.
5. Dikarenakan hasil nilai kuat tekan bersifat konvergen atau tidak naik secara lurus/linear, maka disarankan menggunakan analisa regresi non linear pada *software* IBM SPSS *Statistics* untuk memodelkan kuat tekan optimal.