

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan pada pembuatan inovasi material konstruksi pada plafon dengan substitusi serat tebu dan serbuk cangkang telur, dapat diambil beberapa kesimpulan diantaranya:

1. Substitusi serat tebu dan serbuk cangkang telur terbukti memberikan pengaruh yang signifikan terhadap sifat fisis, mekanis, dan ketahanan termal papan GRC. Penambahan serat alam mentah cenderung membentuk porositas mikro yang meningkatkan daya serap air dan menurunkan kerapatan pada fraksi rendah, namun keberadaan kalsium karbonat (CaCO_3) dari cangkang telur bertindak sebagai *micro-filler* yang mampu memadatkan kembali struktur matriks semen sekaligus meningkatkan karakteristik insulasi panas serta mereduksi risiko keretakan struktural (*spalling*) saat terpapar api.
2. Persentase optimal substitusi bahan pengisi pada pembuatan plafon GRC ini dicapai oleh Variasi CT5ST15 (15% Serat Tebu + 5% Serbuk Cangkang Telur). Melalui analisis komparatif terhadap seluruh parameter uji, di rekomendasikan variasi CT5ST15 dalam menjaga keseimbangan performa fisis, mekanis, keamanan, dan nilai ekonomis secara optimal. Dari aspek mekanis, variasi ini menghasilkan kuat lentur yang tinggi sebesar 110,47 kgf/cm². Dari aspek fisis dan keamanan, CT5ST15 menunjukkan stabilitas struktur yang baik dengan kerapatan 1,63 gr/cm³, nilai penyerapan air yang rendah (10,26%), serta mampu mempertahankan tingkat kerusakan minimum pada Skor 2 (kerusakan sedang tanpa keruntuhan) saat diuji paparan api langsung. Nilai keunggulan mutlak dari variasi CT5ST15 ini disempurnakan oleh aspek keberlanjutan produk, di mana varian ini mencatatkan tingkat efisiensi biaya tertinggi sebesar 7,652% atau 70,04 rupiah per benda uji, karena mampu mereduksi penggunaan material

komersial dalam jumlah paling banyak, sehingga sangat prospektif untuk diproduksi sebagai plafon alternatif yang ekonomis dan ramah lingkungan.

3. Berdasarkan hasil pengujian laboratorium terhadap lima parameter karakteristik plafon GRC, diperoleh bahwa tidak terdapat satu variasi substitusi yang memberikan hasil terbaik pada seluruh parameter pengujian. Setiap variasi memiliki keunggulan pada parameter tertentu, namun juga diikuti oleh penurunan performa pada parameter lainnya. Oleh karena itu, komposisi yang dinilai paling optimal ditentukan berdasarkan keseimbangan kinerja seluruh parameter pengujian, bukan hanya berdasarkan satu sifat material.

- Kuat Lentur: Nilai kuat lentur tertinggi diperoleh pada variasi CT5ST5 sebesar 112,59 kgf/cm², diikuti oleh CT5ST15 sebesar 110,47 kgf/cm². Meskipun demikian, variasi kontrol CT0ST0 masih memiliki kuat lentur sebesar 95,60 kgf/cm², yang masih memadai untuk aplikasi plafon GRC.
- Penyerapan Air: Variasi CT0ST0 memberikan hasil terbaik dengan nilai penyerapan air paling rendah yaitu 8,50%. Seluruh variasi substitusi mengalami peningkatan penyerapan air hingga 10,26–10,53%, yang menunjukkan meningkatnya porositas akibat penambahan serat tebu dan serbuk cangkang telur.
- Penyerapan Panas: Variasi CT0ST0 juga menunjukkan performa terbaik dengan laju penyerapan panas terendah sebesar 0,14 J/s, sedangkan variasi substitusi mengalami peningkatan hingga 0,23–0,25 J/s. Hal ini menunjukkan bahwa material kontrol lebih mampu menghambat perpindahan panas dibandingkan material dengan substitusi.
- Ketahanan terhadap Api: Variasi CT5ST10 dan CT5ST15 memiliki ketahanan terhadap api yang lebih baik dengan skor kerusakan 2, sedangkan CT0ST0 dan CT5ST5 memperoleh skor 3. Meskipun demikian, seluruh benda uji masih mampu mempertahankan integritas struktur selama pengujian selama lima menit dan tidak mengalami kegagalan total (skor 4).
- Kerapatan: Nilai kerapatan tertinggi diperoleh pada variasi CT0ST0 sebesar 1,66 g/cm³, sedangkan variasi substitusi mengalami penurunan menjadi 1,55–1,63 g/cm³. Nilai kerapatan yang lebih tinggi menunjukkan struktur

internal material yang lebih padat sehingga berkontribusi terhadap rendahnya penyerapan air dan penyerapan panas.

Berdasarkan evaluasi terhadap kelima parameter tersebut, variasi kontrol (CT0ST0) merupakan komposisi campuran yang paling optimal secara keseluruhan. Walaupun variasi substitusi mampu meningkatkan kuat lentur, ketahanan terhadap api, dan efisiensi biaya pada kondisi tertentu, peningkatan tersebut diikuti oleh kenaikan penyerapan air, kenaikan penyerapan panas, serta penurunan kerapatan material. Sebaliknya, variasi kontrol memberikan keseimbangan sifat yang paling baik dengan kerapatan tertinggi ($1,66 \text{ g/cm}^3$), penyerapan air terendah (8,50%), penyerapan panas terendah (0,14 J/s), serta kuat lentur yang masih memenuhi kebutuhan material plafon GRC, sehingga dinilai sebagai komposisi yang paling optimal berdasarkan keseluruhan hasil pengujian.

4. Substitusi material lokal berupa limbah serat tebu dan serbuk cangkang telur berhasil memotong biaya produksi komposit jika dibandingkan dengan plafon GRC konvensional (CT0ST0). Selisih penurunan biaya produksi yang diperoleh berturut-turut adalah sebesar Rp 0,04 untuk variasi CT5ST5, Rp 35,04 untuk variasi CT5ST10, dan mencapai penghematan terbesar hingga Rp 70,04 untuk variasi CT5ST15.
5. Berdasarkan hasil penelitian, penggunaan serat tebu dan serbuk cangkang telur mampu meningkatkan efisiensi biaya produksi, dengan nilai tertinggi pada variasi CT5ST15 sebesar 7,652%. Namun, substitusi tersebut juga menyebabkan peningkatan penyerapan air dan penyerapan panas, serta penurunan kerapatan material dibandingkan variasi kontrol. Meskipun kuat lentur dan ketahanan terhadap api mengalami peningkatan pada beberapa variasi, secara keseluruhan kualitas plafon GRC belum dapat dipertahankan secara optimal. Oleh karena itu, penggunaan serat tebu dan cangkang telur belum mampu memberikan efisiensi biaya tanpa menurunkan kualitas material secara signifikan, sehingga variasi kontrol (CT0ST0) tetap menjadi komposisi yang paling optimal berdasarkan keseluruhan hasil pengujian.

5.2 Saran

Mengingat adanya hambatan dalam melaksanakan pengujian pada sistem yang berjalan, sehingga penulis menyarankan beberapa saran untuk penelitian mendatang yaitu:

1. Selama proses pembuatan benda uji, penelitian ini dilakukan dalam skala laboratorium sehingga proses pemadatan dilakukan secara manual. Kondisi tersebut menyebabkan tingkat kerapatan setiap benda uji tidak seragam. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan menggunakan alat penekan atau mesin press yang lebih memadai agar proses pemadatan lebih konsisten dan menghasilkan benda uji yang lebih optimal.
2. Keterbatasan alat pada penelitian ini mengharuskan proses pengujian api dilakukan dengan menggunakan kompor konvensional. Oleh karena itu, pengujian pada masa mendatang disarankan menggunakan alat *furnace* khusus agar distribusi panas lebih merata dan temperatur tinggi dapat dikendalikan sesuai dengan standar yang berlaku.
3. Penelitian ini menggunakan serat tebu dengan ukuran yang masih bervariasi serta penyebarannya pada campuran belum sepenuhnya seragam. Kondisi tersebut diduga memengaruhi tingkat kerapatan benda uji. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan menggunakan serat dengan ukuran yang seragam dan mengatur distribusi serat secara lebih merata untuk mengetahui pengaruhnya terhadap kestabilan kerapatan material.
4. Penelitian ini hanya menggunakan variasi komposisi material yang terbatas sehingga belum dapat menggambarkan komposisi optimum yang menghasilkan performa terbaik. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk menambah variasi komposisi material atau persentase serat agar diperoleh komposisi yang paling optimal.
5. Hasil pengujian pada beberapa variasi menunjukkan ketidak konsistenan antar sampel. Hal ini diduga disebabkan oleh proses pembuatan benda uji yang dilakukan dalam beberapa kali adukan sehingga homogenitas campuran kurang terjaga. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan membuat seluruh

benda uji pada setiap variasi dalam satu kali adukan (single batch) agar hasil pengujian lebih konsisten dan representatif.