

2. STUDI LITERATUR

2.1. Komposit

Bahan komposit secara kasar dapat didefinisikan sebagai bahan dengan dua (atau lebih) fase makroskopis yang berbeda. Seringkali morfologi komposit sedemikian rupa sehingga satu bahan, matriks, mengelilingi yang lain. Bahan yang dikelilingi misalnya dapat berbentuk bulat, berserat atau berbentuk cakram, dan jika menyangkut bahan struktural, komposit serat adalah yang paling umum. Ini berawal dari kenyataan bahwa banyak bahan dapat diproduksi dengan tarikan yang jauh lebih tinggi kekuatan dalam berserat daripada dalam bentuk massal. Kaca misalnya memiliki rasio kekakuan terhadap berat yang relatif tinggi tetapi hampir tidak berharga sebagai bahan struktural. Alasannya, seperti yang diketahui semua orang, kaca itu sangat rapuh. Satu ketidaksempurnaan kecil di dalam badan kaca dapat memicu pertumbuhan retakan yang tidak stabil, dan untuk kaca dalam bentuk curah hal ini sangat penting, sedangkan patahan satu serat dalam satu bundel tidak. Keuntungan mengelilingi serat dengan bahan matriks adalah bahwa matriks menahan serat pada tempatnya, mendistribusikan beban di antara mereka dan melindunginya dari kerusakan eksternal. Dalam kasus komposit serat struktural, polimer, seperti epoksi, biasanya digunakan sebagai bahan matrik.

Geometri yang banyak digunakan untuk komposit serat kontinu adalah laminasi. Laminasi terbuat dari lapisan, di mana semua serat seringkali memiliki arah yang sama. Serat biasanya jauh lebih kuat dan lebih kaku daripada matriks sehingga lapisan lebih kaku dan lebih kuat dalam arah serat - bersifat anisotropik. Laminasi, biasanya berisi lapisan dengan arah serat yang berbeda meskipun beban utamanya hanya satu arah. Alasannya adalah bahwa laminasi dengan serat hanya dalam satu arah akan sangat lemah pada arah melintang serat, dan beban transversal yang kecil akibat kontraksi lateral yang tidak rata, misalnya, dapat memicu patahnya laminasi tersebut. Respons elastis statis pada tingkat global laminasi yang tidak rusak dipahami dengan baik dan dapat diprediksi menggunakan model yang sudah mapan. Namun, untuk menggunakan komposit laminasi secara efektif dan aman, diperlukan juga pemahaman dan prediksi kerusakan pada laminasi.

Untuk penggunaan laminasi komposit yang aman dan efisien dalam struktur, penting untuk memahami perilaku material yang tidak elastis. Dalam logam, plastisitas dan creep adalah contoh dari perilaku inelastis tersebut. Dalam komposit serat berbasis polimer, jenis perilaku inelastis yang penting berasal dari kerusakan mikro, yang muncul saat beban pada material meningkat. Dalam komposit serat kontinyu berbasis polimer, perkembangan kerusakan sering dimulai dengan retak matriks melintang ke arah beban utama, Hal ini diikuti oleh fraktur serat dan delaminasi antar lapisan, kemungkinan dibantu oleh konsentrasi tegangan di ujung retak matriks yang ada.

Model matematis untuk memprediksi perilaku material komposit yang rusak sangat berharga, dan banyak pekerjaan telah dilakukan di bidang ini. Model idealnya harus bersifat hubungan konstitutif terhadap materi. Artinya, ukuran dan geometri komponen, dan lebih disukai *lay-up* laminasi (urutan susunan lapis), tidak boleh langsung masuk ke model material. Hubungan konstitutif nyata, seperti hukum Hooke untuk material elastis linier, memiliki keuntungan bahwa sifat material dapat diukur pada satu geometri dan dipindahkan ke geometri lainnya. Misalnya, deformasi elastis dan tegangan dalam bejana tekan baja dapat dihitung dengan menggunakan parameter konstitutif (modulus Young dan rasio Poisson) yang diperoleh dari uji uniaksial baja.

2.2. Sheep Wool

Sheep Wool adalah serat yang diperoleh dari rambut hewan dari keluarga Caprinae, terutama domba dan kambing, tetapi bisa juga berasal dari rambut mamalia lainnya seperti alpaca bisa juga disebut wol.

Sheep Wool diproduksi oleh folikel yang merupakan sel kecil yang terletak di kulit. Folikel ini terletak di lapisan atas kulit yang disebut epidermis dan menekan ke bawah ke lapisan kulit kedua yang disebut dermis saat serat wol tumbuh. Folikel dapat digolongkan sebagai folikel primer atau sekunder. Folikel primer menghasilkan tiga jenis serat: kemp, serat medula, dan serat wol sejati. Folikel sekunder hanya menghasilkan serat wol sejati. Serat medula memiliki karakteristik yang hampir identik dengan rambut dan panjang tetapi tidak memiliki kerutan dan elastisitas. Serat kemp sangat kasar dan rontok.

Sheep Wool menyala pada suhu yang lebih tinggi daripada kapas dan beberapa serat sintetis. Ini memiliki tingkat penyebaran api yang lebih rendah, tingkat pelepasan panas yang lebih rendah, panas pembakaran yang lebih rendah, dan tidak meleleh atau menetes; itu membentuk arang yang mengisolasi dan padam sendiri, dan berkontribusi lebih sedikit terhadap racun. gas dan asap dibandingkan produk lantai lainnya saat digunakan di karpet. Karpet wol ditentukan untuk lingkungan dengan keamanan tinggi, seperti kereta api dan pesawat terbang. Wol biasanya ditentukan untuk pakaian untuk petugas pemadam kebakaran, tentara, dan lainnya dalam pekerjaan di mana mereka rentan terhadap kemungkinan kebakaran.



Gambar 2.1 Sheep Wool

Tabel 2.1 Hasil Penelitian Sebelumnya Terkait Pemanfaatan Komposit

Comparison of sheep wool with other insulation materials [19].

Insulation Materials	Sheep Wool	Fiberglass	Rock Wool	Cork	EPS
Heat Conductivity Factor	0,0039 W/mK	0,0044 W/mK	0,0042 W/mK	0,040 W/mK	0,0040 W/mK
Water Vapour Diffusion Resistance Coefficient	1	3	2	30	100
Hygroscopicity % 100 RH	35	0	0	5	0
Fire Resistivity	Excellent	Good	Good	Low	Low
Cost	Low	Middle	Middle	Low	High
Air Pollution Filter	Low	Middle	Middle	Low	Very High
Measures to be Taken During Utilization	None	Mask, Gloves and Special Clothing	Mask, Gloves and Special Clothing	Gloves	Mask, Gloves and Special Clothing
Raw Material	Natural	Natural	Natural	Natural but restricted	Synthetic
Costs of Transport	Middle	Low	Low	High	High
Sound Insulation	High	Middle	Middle	Middle	High
Moisture Resistance	Very High	Low	Middle	Very High	Very High
Recyclability	Yes	No	No	No	No

Pada tabel 2.1 dapat kita lihat hasil penelitian terdahulu terkait pemanfaatan wool domba. Hasil

konduktivitas termal pada wool domba menunjukkan nilai yang lebih baik daripada *Fiberglass*. Namun penelitian tersebut dilakukan pada bangunan rumah, pada penelitian ini akan di aplikasikan pada kabin mobil. Dalam proses pembuatan insulasi wool domba ini akan dilakukan pengelem-man pada Aluminium Foil dan wool domba agar menjadi 1 bagian dengan menggunakan Resin.

2.3. Phenolic Resin

Resin fenolik adalah sejenis matriks termoset yang ditemukan oleh Dr. Leo Baekeland pada tahun 1907. Resin ini dihasilkan melalui reaksi fenol dengan aldehida. Selain itu, resin termoset ini dicirikan oleh sifat-sifatnya yang sangat baik seperti stabilitas suhu tinggi hingga 300–350°C, stabilitas kimia yang tinggi, ketahanan api yang sangat baik, emisi asap dan toksisitas yang rendah, dan sifat gesekan yang baik. Resin fenolik seringkali berwarna gelap, dari kuning hingga merah tua, dan memiliki profil harga/kinerja yang sangat baik. Selain itu, Bakelite atau polyoxybenzylmethyleneglycolanhydride adalah sejenis resin fenolik.



Gambar 2.2 Phenolic Resin

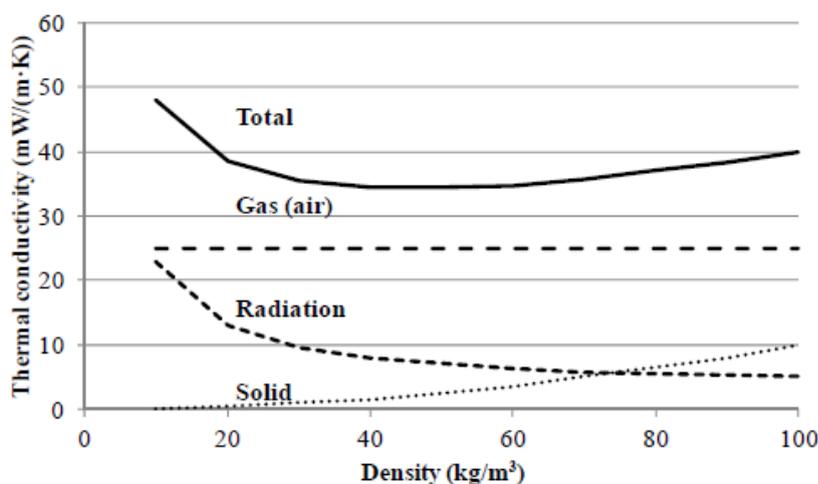
2.4. Insulasi Panas

Fungsi bahan insulasi adalah untuk meminimalkan perpindahan panas melalui konstruksi. Perpindahan panas biasanya dapat dibagi menjadi tiga bagian; konduksi melalui padatan, konduksi melalui fasa gas dan radiasi melalui pori-pori seperti ditunjukkan pada gambar Persamaan (2.1).

$$\lambda_{tot} = \lambda_{gas} + \lambda_{solid} + \lambda_{rad} \text{ (W/(m}\cdot\text{K))}$$

Rumus 2.1 Rumus konduktivitas total

dimana λ_{tot} , λ_{gas} , λ_{solid} dan λ_{rad} [W/(m·K)] adalah konduktivitas total, konduktivitas untuk konduksi gas, konduktivitas untuk konduksi padat, dan konduktivitas untuk radiasi. Umumnya, faktor terbesar adalah konduksi padat. Oleh karena itu bahan insulasi sangat berpori dengan sedikit struktur padat. Pada material dengan jumlah padatan yang sedikit, pentingnya radiasi akan menjadi penting meningkat, seperti yang ditunjukkan pada Persamaan (2.1). Ini menciptakan titik isolasi yang optimal perspektif, untuk material tertentu, dimana jumlah kontribusi radiasi dan konduksi padat minimal. Jumlah ini akan menambah konduksi gas yang mana untuk bahan isolasi konvensional dapat dianggap konstan. Ini memberikan total konduksi termal hingga minimum sekitar 30 mW/(m·K), yang bisa dibandingkan dengan konduktivitas udara 25 mW/(m·K). Persamaan (2.1) juga menunjukkan kuatnya korelasi antara densitas dan konduktivitas. (Berge, Johansson. 2012)



Gambar 2. 3 Konduktivitas termal pada bahan berpori dibagi konduksi melalui padatan, konduksi melalui fase gas dan radiasi melalui pori-pori

Sumber: Simmler dkk. (2005). *Thermal conductivity of wool and wool–hemp insulation*

Pada musim panas, suhu udara interior mobil yang diparkir di bawah sinar matahari dapat melebihi 66°C (150°F), dengan suhu permukaan interior mencapai 93°C (200°F). Masalah dari menciptakan termal yang nyaman lingkungan tanpa menambah beban, ruang, atau yang berlebihan kebutuhan daya pada kendaraan dapat diatasi melalui menggunakan strategi manajemen termal yang agresif teknologi jendela dan insulasi yang canggih. Pengurangan beban pendinginan dan pemanasan yang terjadi dicapai dengan manajemen termal yang tidak hanya menghasilkan mengurangi penggunaan aksesoris, tetapi juga memungkinkan pemanasan, ventilasi, dan peralatan pendingin udara diperkecil, mengurangi berat kendaraan dan menghemat ruang di kompartemen mesin. Sejak manajemen termal juga mengurangi degradasi permukaan interior, sangat meningkatkan pengemudi dan penumpang kenyamanan, dan meningkatkan keamanan dengan mengurangi panas dan silau, ini adalah strategi yang dapat ditingkatkan secara bersamaan efisiensi bahan bakar dan daya jual generasi berikutnya kendaraan. (Türler, Hopkins & Goudey. 2003)



Gambar 2.4 Pelindung terbuat dari serat karbon komposit digunakan di area lantai mobil untuk melindungi *GFP* agar tidak rusak saat di injak.

Sumber: Türler, Hopkins & Goudey. (2003). Reducing Vehicle Auxiliary Loads Using Advanced Thermal Insulation and Window Technologies

2.5. Aluminium Foil

Aluminium Foil adalah kertas logam tipis berbahan aluminium dengan ketebalan kurang dari 2mm. Permukaan aluminium memiliki kemampuan TIDAK MENYERAP, tetapi MEMANTULKAN 95% inframerah sinar yang menerpanya. Karena aluminium foil memiliki rasio massa terhadap udara yang rendah, konduksi yang dapat terjadi sangat kecil terjadi, terutama hanya 5% sinar yang diserap. Kontrol panas dengan aluminium foil dimungkinkan dengan memanfaatkan emisivitas termal yang rendah dan konduktivitas termal udara yang rendah. Hal ini dimungkinkan dengan lapisan foil dan udara untuk secara praktis menghilangkan panas perpindahan melalui radiasi dan konveksi: sebuah fakta yang sering digunakan oleh program luar angkasa NASA. Dalam kendaraan luar angkasa Columbia, ubin keramik dilapisi dengan potongan aluminium yang memantulkan panas sebelum dapat diserap. "Pakaian luar angkasa" terbuat dari permukaan foil reflektif yang mengelilingi udara yang terperangkap modifikasi suhu. Aluminium foil, dengan permukaan reflektifnya, dapat menghalangi aliran radiasi. Beberapa foil memiliki nilai yang lebih tinggi kualitas penyerapan dan emisivitas dibandingkan yang lain. Variasinya berkisar dari 2% hingga 72%, selisihnya sebesar lebih dari 2000%. Kebanyakan isolasi aluminium hanya memiliki rasio penyerapan dan emisivitas 5%. Hal ini tahan terhadap uap air dan arus konveksi, serta memantulkan 95% energi radiasi yang mencapai permukaan udara.



Gambar 2.5 Aluminium Foil

2.6. Semi Cured Felt

Semi-cured Felt adalah kombinasi serat tekstil, diikat dengan cured duro plastic phenolic resin atau non phenolic resin, dengan opsi bahan tahan api atau bahan tahan api yang dapat diperluas untuk menghasilkan kain felt yang kuat dengan kekakuan dan ketahanan api tergantung pada komposisi yang ditentukan.

Semi-cured Felt dirancang untuk diselesaikan sebagian dalam tahap produksi, meninggalkan proses pencetakan untuk menyelesaikan aktivasi resin dan membuat bagian berbentuk kaku. Karena keadaan setengah jadi ini, Semi-cured Felt menjadi lunak dan memerlukan pemasakan lebih lanjut dengan alat panas atau oven panas.



Gambar 2.6 Semi-Cured Felt