

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Pemanfaatan material plastik saat ini dapat memenuhi kebutuhan untuk membuat produk yang dapat digunakan oleh manusia. Material plastik ini sangat banyak digunakan oleh manusia karena memiliki sifat yang lentur, mudah dibentuk, dan tahan terhadap korosi. Selain itu material plastik juga ringan dan harga yang terbilang murah menjadikan bahan ini cukup digemari oleh manusia. Seiring berkembangnya zaman, material plastik dapat dipadukan dengan bahan lainnya yang menghasilkan material yang lebih kuat, material ini dinamakan komposit. Komposit umumnya terdiri dari gabungan matrik dan *reinforcement* (penguat) hal ini membuat komposit memiliki sifat mekanik dan termal yang lebih baik dari sifat dasar bahan tunggal (Zulnazri 2012). Menurut Kwon, dkk (2021) *carbon fiber* memiliki *density*  $1,8 \text{ g/cm}^3$ . Jika *carbon fiber reinforced plastic* (CFRP) menggantikan baja dengan volume yang sama, maka diharapkan pengurangan berat dapat mencapai 70%. Maka dapat disimpulkan bahwa pendekatan multi-material mampu mengurangi berat yang efisien.

*Carbon fiber* memegang peranan penting dalam komposit sebagai penguat untuk matrik polimer dan memberikan dukungan terhadap serat dengan mempertahankan orientasinya ke dalam komposit. Sifat mekanik komposit matrik polimer serat karbon pada dasarnya didominasi oleh volume serat (Pathak, dkk 2016). Unterweger dkk (2015) mengatakan spesifikasi serat karbon yang tinggi yaitu pada kekakuan dan kekuatan maka memungkinkan untuk pengurangan bobot yang signifikan. Serat karbon telah dikembangkan dengan berbagai metode pemrosesan untuk komposit serat karbon terutama mencakup kompresi pencetakan, *thermoforming*, gulungan filamen, *pultrusion*, dan pembentukan vakum. Dalam pemrosesan serat karbon untuk penguat komposit proses pemanasan awal adalah langkah kunci. Perlakuan permukaan yang digunakan di penggabungan komposit pada *carbon fiber* yaitu pemanasan oven. Galiguzov dkk (2013) melakukan penelitian, yaitu dengan memberikan perlakuan panas pada serat karbon. Penelitian dilakukan

dengan menggunakan Jenis serat pertama adalah CF berbasis PAN, yaitu Panex®35 continuous tow mengandung filamen 50 K yang diproduksi dari Zoltek (Hongaria). Jenis serat kedua diberi perlakuan panas dibawah suhu 2400 °C dan serat ketiga diberi perlakuan panas di bawah suhu 2800 °C hasilnya dapat meningkatkan kekasaran pada permukaan serat karbon. Budiyanoro dkk (2020) melakukan penelitian memberi perlakuan terhadap serat karbon dengan cara merendam ke dalam nitrogen cair (*liquidN<sub>2</sub>*) selama 10 menit dan memberi perlakuan serat dengan menggunakan metode *Aminopropyltrimethoxysilan* (APTS) . Metode perlakuan serat berguna untuk membuat permukaan serat karbon menjadi kasar sehingga dapat meningkatkan rekatan antara matriks dan penguat sehingga nilai IFSS menjadi tinggi. Menurut Kwon dkk (2021) dalam penelitian yang dilakukannya mengatakan bahwa bahan yang optimal digunakan sebagai matrik dari serat karbon yaitu menggunakan matrik polimer *polypropylene*

*Polypropylene* merupakan polimer *thermoplastic* yang elastis dan mudah dibentuk dengan cara pemanasan, dimana polimer ini mempunyai titik leleh mencapai 167 °C (Zulnazri 2012). Dalam proses pencetakan komposit *polypropylene* sebagai matrik dan *carbon fiber* sebagai penguat PP/CF, *injection molding* adalah metode yang sering digunakan dalam industri plastik (Widodo dkk, 2018). Dalam upaya mengurangi pembelian material baru penelitian yang dilakukan kali ini akan menggunakan material yang digunakan yaitu material *polypropylene* daur ulang. Daur ulang adalah teknik pembentukan ulang dari material yang telah diproduksi. Jun dan Juwono (2011) melakukan penelitian mengenai perbandingan sifat mekanik dan permukaan patahan *polypropylene* murni dan daur ulang. Hasil dari pengujian termal memakai alat differential scanning calorimetry (DSC) menunjukkan bahwa titik leleh daur ulang berada pada kisaran 160-163 °C, titik leleh tidak berubah signifikan. Hasil uji tarik 22,1% lebih rendah dari PP murni, modulus young turun 8,1%, dan berkurangnya strain-at-break sebesar 65,7%. Hasil ini mendukung hasil uji tarik dimana terjadi penurunan signifikan pada strain-at-break PP daur ulang. Maka dapat disimpulkan bahwa PP daur ulang mempunyai sifat mekanik yang hampir sama dengan PP murni, sehingga masih layak digunakan.

Sifat komposit polimer berpenguat karbon fiber bergantung pada kinerja *interface* dan struktur mikro pada bagian serat dan matriks penyusunnya. Tetapi sifat mekanik dan kimia dari suatu komposit juga sangat bergantung terhadap kekuatan ikatan dan stabilitas antara serat dan matriks. Serat karbon dan thermoplastik memiliki ikatan *interface* yang cukup rendah. Permukaan serat karbon yang *nonpolar* memiliki adsorpsi dan pembasahan yang kurang baik ketika dihubungkan dengan banyak jenis thermoplastik. Sehingga kekuatan *interfacial shear strength* (IFSS) antara serat dan matriks menjadi buruk, dan mengakibatkan kinerja mekanik komposit menjadi tidak optimal (Budiyantoro dkk, 2020).

Kualitas impregnasi matrik *thermoplastic* menjadi permasalahan utama pada serat karena tingginya viskositas dari *thermoplastic* yaitu mencapai 500-5000 Pa·s (standarnya <100 Pa·s) pada saat mencapai suhu leleh membuat impregnasi matrik *thermoplastic* terhadap serat menjadi sulit. Impregnasi yang buruk dapat menyebabkan fraksi volume serat ( $V_f$ ) menjadi rendah karena *rule of mixture*, sifat mekanik komposit bergantung pada  $V_f$ . Untuk mengetahui kualitas impregnasi dari komposit berbahan *polypropylene* sebagai matrik dan serat karbon sebagai penguat maka dapat dilakukan dengan pengujian *pullout test* untuk mendapatkan nilai IFSS. *Pullout test* penarikan serat tunggal adalah metode yang ditetapkan untuk karakterisasi ikatan rekatan pada serat-matrik. Sejak tahun 1980-an, banyak pengujian eksperimental dan pendekatan pemodelan telah diusulkan untuk menggambarkan proses yang bertujuan untuk ikatan serat-matrik, penarikan, dan pecahnya serat yang terkait dengan bahan serat yang berbeda dan perilaku ikatan antar lapisan. Khususnya, *single fiber pull out* (SFPO) pada serat baja dengan geometri yang berbeda dengan pertimbangan orientasi serat, modifikasi permukaan, silane, jenis matrik dan tingkat pembebanan dilakukan dan sudah banyak data yang telah dipublikasikan hingga saat ini (E. Wölfel, dkk 2021).

Dari latar belakang permasalahan yang ada diatas maka penelitian kali ini bahwa kualitas impregnasi pada permukaan karbon fiber masih cukup rendah maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut. Pada penelitian kali ini bertujuan untuk mendapatkan kualitas impregnasi yang tinggi pada permukaan karbon fiber

sehingga memiliki kekuatan rekatan antara matriks dan penguat. Pengujian yang akan dilakukan dengan menggunakan *metode pull out test* dan variable yang digunakan pada penelitian kali ini menggunakan variasi perlakuan permukaan serat menggunakan metode *liquid nitrogen*, perlakuan panas+*liquid nitrogen*, dan perlakuan dengan menggunakan cairan *Aminopropyltriethoxysilan (APTS)*. Variasi bahan matriks termoplastik yang digunakan pada penelitian kali ini yaitu *polypropylene* dengan frekuensi 1 kali daur ulang, 3 kali daur ulang, dan 5 kali daur ulang. Penelitian kali ini diharapkan dapat mengetahui kualitas impregnasi yang optimal dari berbagai variasi perlakuan permukaan serat karbon dan pengaruh frekuensi daur ulang matriks.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Kemampuan komposit termoplastik berpenguat karbon fiber perlu di perhitungkan untuk digunakan dalam berbagai kegunaan membuat suatu produk yang kuat namun ringan. Berdasarkan dari latar belakang di atas maka bagaimana cara mengoptimalkan rekatan antara matriks dengan serat karbon dan bagaimana cara mengoptimalkan kekasaran pada permukaan serat karbon. Sehingga kualitas impregnasi pada komposit termoplastik berpenguat serat karbon memiliki hasil yang tinggi sehingga dapat meningkatkan kekuatan mekanik pada komposit termoplastik berpenguat karbon.

## **1.3 Batasan Masalah**

Dari rumusan masalah maka penelitian ini dibatasi sebagai berikut:

1. Selama proses perendaman serat dengan *liquid nitrogen* suhu dianggap konstan .
2. Selama proses pelelehan matriks menggunakan *heater* suhu dianggap konstan.
3. Pada saat pemotongan serat karbon panjang serat dianggap seragam.

## **1.4 Tujuan Penelitian**

Dari latar belakang yang sudah ada maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh daur ulang matrik *polypropylene* dan perlakuan permukaan serat karbon terhadap tegangan geser antar muka (Nilai IFSS).
2. Mengetahui kombinasi dari jenis parameter frekuensi daur ulang matriks dan perlakuan permukaan serat karbon yang menghasilkan nilai IFSS paling tinggi menggunakan SnRatio.
3. Mengetahui presentase kontribusi yang paling berpengaruh terhadap nilai IFSS menggunakan anova.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Dari penelitian diharapkan dari penelitian ini dapat menjadi acuan untuk mengetahui kualitas impregnasi pada komposit berbahan dasar polimer *polypropylene* daur ulang sehingga hasil dari penelitian ini dapat memberikan manfaat pengetahuan untuk industri yang akan membuat produk komposit dengan daur ulang material polimer *polypropylene*.