

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1. 1 Latar Belakang

Perkembangan industri komersil khususnya dibidang otomotif saat ini masih sangat bergantung terhadap penggunaan bahan logam, seiring berjalannya waktu industri meminta untuk penggunaan bahan yang memiliki daya tahan yang baik. Material yang diharapkan dapat menggantikan logam adalah komposit. Komposit merupakan campuran dari dua atau lebih material dalam skala makro sehingga dapat menghasilkan material baru yang memiliki sifat yang berbeda. Pada komposit umumnya terdapat bahan yang disebut matriks dan *reinforcement* (Sidabutar dkk, 2022). Komposit mempunyai berbagai macam jenis, salah satunya adalah komposit *Carbon Fiber Reinforced Thermoplastics* (CFRTP). CFRTP merupakan material rekayasa yang mempunyai sifat kekakuan, kekuatan, kemampuan daur ulang yang tinggi, dan prosesnya memerlukan waktu yang singkat (Yao dkk, 2019).

Pengolahan CFRTP dilakukan dengan berbagai macam metode untuk mencapai adhesi *interface* yang kuat dan stabil. Metode yang digunakan untuk mengolah CFRTP adalah ekstruksi, *thermoforming*, dan *injection molding* dengan tambahan serat pengumpan yang memiliki peran untuk memasukkan serat kedalam matriks thermoplastik (Budiyantoro dkk, 2019). Penggunaan thermoplastik sebagai matriks telah banyak diaplikasikan karena memiliki sifat kekakuan dan kekuatan yang tinggi, dan dapat digunakan pada bentuk yang kompleks (Yassin dan Hojjati, 2018). Beberapa jenis thermoplastik yang digunakan sebagai matriks diantaranya adalah *Polyethylene Terephthalate* (PET) dan *High-density polyethylene* (HDPE) merupakan polimer thermoplastik semikrital yang mempunyai sifat mekanik yang baik (Singh dkk 2017). *Polycarbonate* (PC) menurut Budiyantoro (2019) merupakan *engineering* thermoplastik jenis amorphous yang mempunyai keuletan, kekakuan, dan ketahanan terhadap temperatur.

Sifat mekanik komposit CFRTP dipengaruhi oleh interaksi serat dan matriks. Namun, serat karbon dan matriks termoplastik memiliki kontribusi yang rendah terhadap ikatan antarmuka karena serat karbon yang bersifat *nonpolar* memiliki adsorpsi yang rendah ketika dikombinasikan dengan berbagai macam jenis termoplastik. Hal tersebut menyebabkan kekuatan geser antarmuka pada komposit CFRTP menjadi lemah sehingga mengakibatkan kinerja mekanik komposit menjadi tidak optimal (Budiyantoro dkk, 2020). Menurut Liu dkk (2017) masalah utama pada matriks termoplastik adalah viskositas yang tinggi dari termoplastik yang mencapai (500-5000 Pa·s) pada suhu leleh sehingga menyebabkan sulitnya impregnasi antara matriks dan serat. Kualitas impregnasi yang rendah dapat menyebabkan turunnya sifat mekanik komposit. Hal tersebut dapat dihindari dengan cara meningkatkan kekasaran dan interaksi yang terjadi pada *interface* serat. Banyak metode yang dapat digunakan untuk meningkatkan kekasaran pada permukaan serat diantaranya perlakuan kimia, perlakuan elektrokimia, perlakuan plasma (Shi dkk, 2012).

Gao dkk (2016) menerapkan perlakuan pada permukaan serat karbon dengan menggunakan *acetone* pada suhu 633 °K selama 20 min, dan memberikan perlakuan oksidasi menggunakan asam nitrat pekat pada suhu 60 °C selama 180 min menunjukkan peningkatan energi pada permukaan serat. Yuan dkk (2012) mengoksidasi permukaan serat karbon (CF) dengan memanaskan CF pada 40 wt% (*weight concentration*) H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dan 15 wt% KClO<sub>3</sub> pada temperatur 85 °C selama 30 min, 60 min, 90 min, dan 120 min. Setelah proses oksidasi selesai dibilas menggunakan air deionisasi, lalu dikeringkan pada suhu 50 °C. Hasilnya menunjukkan bahwa perlakuan oksidasi dan *γ-aminopropyl triethoxysilane* (APTS) dapat memperkuat aktivitas kimia pada permukaan serat, membuat kekasaran pada permukaan serat meningkat, dan memperbesar luas permukaan serat. Budiyantoro dkk (2020) melakukan penelitian tentang efek dari proses ekstruksi pultrusi terhadap kualitas impregnasi filamen komposit termoplastik. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan bahan kopolimer polipropilen *high-impact* sebagai matriks dan perlakuan serat menggunakan *vinyltrimethoxysilane* (VTMS), *aminopropyltriethoxy silane* (APTS), dan *liquid nitrogen* dengan menggunakan

kisaran suhu 190-230 °C dengan kecepatan tarikan berkisar 40–54 cm/min. Perlakuan serat yang telah dilakukan menghasilkan bahwa temperatur leleh dan kombinasi parameter yang tepat dapat meningkatkan *Interfacial Shear Strength* (IFSS) dan perlakuan serat dengan menggunakan *liquid nitrogen* dapat memberikan ikatan antara serat dan matriks menjadi lebih baik. Penelitian yang dilakukan oleh Hwang dkk (2021) menggunakan spesimen *Polyethylene Terephthalate* (PET) sebagai matriks yang ditumpuk dan diperkuat dengan serat karbon lalu dilebur pada suhu 270 °C. Menunjukkan bahwa kekuatan geser pada bidang meningkat sebesar 11,6 lebih tinggi ( $\pm 45^\circ$  laminasi) dan modulus geser meningkat sebesar 3,78 kali lebih tinggi dibandingkan komposit PET *amorphous* pada suhu tinggi.

Dari latar belakang permasalahan di atas dapat disimpulkan bahwa kualitas impregnasi pada permukaan CRFTP masih sangat rendah, maka perlu dilakukan penelitian lanjutan. Penelitian ini bertujuan guna mendapatkan kombinasi matriks dan serat yang memiliki kualitas impregnasi yang tinggi dan konsisten. Sehingga memiliki daya rekat antara matriks dan serat yang tinggi. Pengujian yang akan dilakukan menggunakan *pull out test* dan *variable* yang digunakan pada penelitian ini menggunakan variasi perlakuan permukaan serat karbon menggunakan metode *liquid nitrogen treatment*, oksidasi dan *liquid nitrogen treatment*, dan perlakuan serat karbon menggunakan  $\gamma$ -aminopropyl triethoxysilane (APTS). Variasi jenis termoplastik yang digunakan pada penelitian ini menggunakan *Polyethylene Terephthalate* (PET), *Polycarbonate* (PC), dan *High-density polyethylene* (HDPE) yang nantinya dicetak menggunakan mesin *injection molding*.

## **1. 2 Rumusan Masalah**

Potensi penggunaan *Carbon Fiber Reinforced Thermoplastics* (CFRTP) akan meningkat dimasa mendatang merupakan sebuah keuntungan dari minat berbagai industri untuk penggunaan CRFTP. Permasalahan pada penelitian ini adalah bagaimana cara untuk mengoptimalkan kekuatan *interface* antara serat karbon dan matriks dan bagaimana cara mengoptimalkan kekasaran pada permukaan serat. Sehingga kualitas impregnasi pada komposit CRFTP memiliki hasil yang tinggi dan dapat meningkatkan kekuatan mekanik pada komposit.

### **1. 3 Batasan Masalah**

Batasan Masalah pada penelitian ini adalah:

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

### **1. 4 Tujuan Penelitian**

Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai landasan untuk pengembangan produk CFRTP. Maka ditetapkan tujuan penelitian sebagai berikut:

1. Mengetahui nilai IFSS dari berbagai macam jenis bahan thermoplastik dan perlakuan pada serat yang digunakan.
2. Mengetahui kombinasi jenis bahan dan perlakuan serat yang memiliki nilai IFSS yang tinggi.
3. Mengetahui faktor yang paling berpengaruh terhadap nilai IFSS.

### **1. 5 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat yaitu:

1. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan teori yang berhubungan dengan komposit.
2. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya yang berhubungan dengan komposit CRFTP.
3. Bagi Pembaca, hasil penelitian ini diharapkan menjadi pedoman untuk pengembangan komposit CRFTP kedepannya.
4. Bagi Universitas, dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi dan wawasan terkait dengan kualitas impregnasi serat karbon pada lamina komposit CFRTP dengan variasi perlakuan serat dan jenis bahan thermoplastik.