

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pesatnya kemajuan teknologi hingga tahun ke tahun dapat dirasakan oleh setiap orang, apalagi di era saat ini. Selain itu, banyak permintaan akan bahan yang digunakan untuk membuat produk atau melakukan aktivitas sehari-hari akibat kemajuan teknologi. Callister (2007) menyatakan bahwa dengan kondisi yang ada saat ini, material yang sering kali digunakan meliputi beberapa kriteria seperti kuat, ringan, ramah lingkungan, dan murah. Industri teknologi, otomotif, penerbangan, dan konstruksi, serta hampir semua bidang membutuhkan bahan tersebut. Untuk menemukan bahan yang tepat guna memenuhi persyaratan, muncul inovasi dan konsep berdasarkan kriteria tersebut, diantaranya yaitu termasuk komposit.

Kaw (2006) menjelaskan definisi komposit sebagai “Bahan struktur yang terdiri dari dua atau lebih unsur penyusun yang digabungkan menjadi satu”. Komposit *sandwich* adalah salah satu komposit laminasi yang kerap digunakan. Komposit *sandwich* terdiri dari permukaan tipis (*skin*) yang mengapit bagian tengah (*core*). Komposit seperti grafit/epoksi dan bahan berkekuatan tinggi seperti baja dapat digunakan sebagai permukaan atau lapisan luarnya, sedangkan bahan tebal dan ringan seperti busa, karton, dan kayu lapis dapat digunakan sebagai *core*. Komposit *sandwich* ini memiliki keunggulan dalam menempatkan tekanan paling besar pada permukaan atas dan bawah saat plat atau balok dibengkokkan. Hasilnya, jenis komposit ini bagus untuk bahan yang memerlukan ringan di bagian tengah tetapi memiliki kekuatan tinggi pada bagian atas dan bawah. Dengan menambahkan *core* di tengah, yang meningkatkan ketahanan, struktur ini menjadi lebih tebal. Berat dan kekakuan lentur komposit *sandwich* membuatnya lebih menarik daripada bahan lain untuk struktur bangunan. Menurut Park *et al.* (2022) pembuatan komposit *polymer* pada saat ini telah banyak diteliti khususnya dengan metode percetakan 3D atau sering dikenal dengan *Additive Manufacturing (AM)*. Komposit *polymer* cetak 3D dengan penambahan berbagai jenis pengisi atau sel inti dapat bekerja lebih baik daripada komposit konvensional pada umumnya. Park *et al.* (2022) menerangkan bahwa *Additive Manufacturing (AM)*, juga dikenal sebagai pencetakan 3D. Pada umumnya Teknik ini membuat objek 3D dengan menambahkan bahan lapis demi lapis untuk membentuk bentuk yang diinginkan. *Additive Manufacturing (AM)* dapat beroperasi dengan cepat dan dapat langsung membuat bentuk kompleks dari model digital yang berbeda dari teknik manufaktur konvensional seperti *milling* dan *moulding*. Dengan proses manufaktur konvensional, setiap kali membuat objek baru atau mengubah model desain, haruslah memerlukan alat dan cetakan. Di sisi lain, pencetakan 3D tidak memerlukan peralatan atau mesin lain setelah mendesain produk dalam perangkat lunak. Dengan demikian, teknik pencetakan 3D memakan waktu dan

proses manufaktur yang hemat. Berbagai jenis *printer* 3D menggunakan bahan yang berbeda (seperti polimer, keramik, logam, dan komposit). Di antara bahan tersebut, *polymer* adalah bahan baku yang sering digunakan pada hampir semua jenis metode pencetakan 3D. Bahan baku *polymer* yang sering digunakan pada proses percetakan 3D diantaranya, *Acrylonitrile Butadiene Styrene* (ABS), *Polylactic Acid* (PLA), *Polyamida/Nylon*, dan *Polyethylene Terephthalate Glycol* (PETG). Bahan tersebut biasa digunakan sebagai filamen untuk percetakan 3D.

Menurut Wijayanto *et al.* (2022) pada pembuatan spesimen *3D printing* terdapat *infill pattern* yang sangat berpengaruh pada kekuatan tekan spesimen. *Infill pattern* merupakan suatu pola pengisi atau bentuk pengisi dari spesimen yang dicetak menggunakan *3D printing*. Terdapat berbagai jenis dari *infill pattern* yang juga mempengaruhi kekuatan dari cetakan yang dihasilkan. Penelitian yang dilakukan oleh Suteja (2021) memaparkan bahwa kerapatan pada *infill pattern* mempengaruhi panjang dari filamen yang digunakan, serta membutuhkan waktu pembuatan yang lebih lama. Sebaliknya apabila kerapatan pada *infill pattern* rendah, maka durasi pembuatan yang dihasilkan juga singkat serta filamen yang digunakan tidak terlalu banyak.

Pembuatan komposit *sandwich* dapat menggunakan serat sintetis yang berfungsi sebagai *skin* atau lapisan dari *core* yang dicetak menggunakan proses *3D printing*. Salah satu serat sintetis yang biasa digunakan adalah *Carbon Fiber Reinforced Polymer* (CFRP). Menurut Cao & Li (2021) pada jurnalnya diterangkan bahwa serat karbon merupakan serat yang memiliki sifat kekuatan dan kekakuan spesifik yang tinggi, kepadatan rendah, konduktivitas listrik yang baik, tahan panas, rasio kinerja terhadap berat dan ketahanan korosi. Penelitian yang dilakukan oleh Valvez, Silva & Reis, (2022) mendapatkan hasil bahwa komposit PETG cetak 3D yang diperkuat dengan serat karbon atau kevlar merupakan bahan yang cocok untuk pengaplikasian pada sektor penerbangan atau otomotif. Strukturnya yang kaku memungkinkannya bertahan dari proses sterilisasi yang keras, menjadikannya bahan yang sempurna untuk digunakan dalam implan medis, serta kemasan farmasi dan alat kesehatan.

Berdasarkan uraian diatas, penelitian ini akan mengamati pengaruh variasi *infill pattern* terhadap sifat mekanik dari komposit *sandwich 3D printing*. Pembuatan spesimen *3D printing* menggunakan material *Polyethylene Terephthalate Glycol* (PETG) yang dilapisi oleh *skin Carbon Fiber Reinforced Polymer* (CFRP), kemudian direkatkan dengan resin *epoxy* menggunakan metode *vacuum bagging*. Menurut Hidayat, Yudo & Manik (2016) PETG memiliki beberapa keunggulan dari segi harga yang murah, kemudahan dalam pengerjaannya, ketahanan terhadap bahan kimia, dan biokompatibilitas yang merupakan faktor signifikan untuk pemilihan filamen. Dikarenakan keunggulan yang luar biasa untuk menjadi alternatif dari filamen yang banyak digunakan seperti (*Acrylonitrile Butadiene Styrene*) ABS dan (*Polylactic Acid*) PLA, penelitian

ilmiah tentang komponen *PETG* yang diproduksi melalui *printer 3D* berbasis *FDM* telah berkembang dari waktu ke waktu.

Kemudian untuk menentukan sifat mekanik dari material komposit *sandwich*, pengujian tarik digunakan untuk mengukur tegangan maksimum yang dapat ditahan oleh material dalam kondisi tarik dengan standar ASTM D3039. Sementara pengujian bending digunakan untuk menentukan kekuatan material dalam kondisi lentur dengan standar ASTM C393.

1.2 Rumusan Masalah

Masalah yang akan diselesaikan pada penelitian ini dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh variasi *infill pattern* terhadap kekuatan tarik (uji tarik) dan kekuatan tekuk (uji bending) komposit *sandwich* material *Polyethylene Terephthalate Glycol (PETG)*.
2. Bagaimana pola patahan yang terjadi pada spesimen hasil material komposit *sandwich* terhadap pengujian tarik dan bending.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian berdasarkan rumusan masalah yaitu sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh variasi *infill pattern* pada komposit *sandwich* dengan *core 3D printing PETG* terhadap kekuatan tarik (uji tarik) dan kekuatan tekuk (uji bending).
2. Mengetahui pola patahan yang terjadi pada spesimen uji hasil pengujian tarik dan bending.

1.4 Manfaat Penelitian

Berikut merupakan manfaat penelitian yang diperoleh dari tujuan yang ada:

1. Hasil penelitian ini dapat berguna sebagai pertimbangan terkait penelitian teknologi pengembangan material maju.
2. Hasil penelitian ini dapat berguna sebagai pertimbangan pemilihan bahan untuk *infill pattern* dalam metode *3D printing* pada komposit *sandwich*.

1.5 Batasan masalah

Sebagai upaya menghindari meluasnya permasalahan yang ada serta agar mencapai tujuan yang telah ditentukan, maka penelitian ini memiliki batasan masalah sebagai berikut:

1. Temperatur pemanasan filamen *PETG* pada proses *3D printing* dianggap seragam.
2. Ketebalan *core* hasil *3D printing* dianggap seragam.
3. Bentuk pola pengisi (*infill pattern*) dari setiap hasil *3D printing* dianggap seragam.
4. Proses *vacuum bagging* dianggap memiliki tekanan *vacuum* yang seragam.

5. Proses pemanasan *nozzle* dan *printbed* dianggap konstan.
6. Proses waktu *curing* pada pembuatan spesimen dianggap seragam.
7. Tidak membahas secara rinci pembuatan *infill pattern* pada *software*

1.6 Urgensi Penelitian

Dalam konteks visi, misi, dan strategi Rencana Induk Riset Nasional (RIRN) tahun 2017-2045, penelitian ini dilakukan guna menyelaraskan kebutuhan riset jangka panjang dengan arah pembangunan nasional terkait ilmu pengetahuan dan teknologi. Penelitian ini difokuskan dalam pengembangan riset material maju. Riset material maju ditujukan guna menguasai material strategis dalam mendukung produk teknologi, terutama pada teknologi pengembangan material fungsional seperti produksi polimer untuk aplikasi separasi dalam sektor industri.

1.7 Sistematika Penelitian

Sistematika penulisan penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

1. BAB 1 PENDAHULUAN

Pendahuluan pada bab pertama akan memberikan informasi latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, definisi masalah, manfaat penelitian yang bertujuan agar penelitian lebih terarah, dan sistematika penelitian kemudian akan muncul dari latar belakang tersebut.

2. BAB II TEORI PENUNJANG

Bab kedua adalah teori penunjang. Bab ini berisi tinjauan literatur dari penelitian sebelumnya, dilanjutkan dengan landasan teori, yang akan digunakan untuk memecahkan masalah yang telah dirumuskan pada bab sebelumnya. Premis hipotesis ini diambil dari beberapa sumber antara lain buku, jurnal, dan artikel yang akan digunakan sebagai referensi dalam penyelesaian penelitian.

3. BAB III METODE PENELITIAN

Pada bab ketiga adalah perancangan sistem. Bab ini berisikan rancangan penelitian yang akan dilakukan kedepannya. Langkah-langkah yang diambil untuk menyelesaikan penelitian akan dibahas lebih mendalam pada bab ini.

4. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab keempat adalah hasil dan pembahasan. Pada bab ini hasil dan pembahasan yang telah dilakukan selama penelitian akan dijelaskan. Penjelasan tersebut akan memberikan jawaban atas subbab rumusan masalah pada bab pertama.

5. **BAB V PENUTUP**

Bab yang terakhir adalah penutup. Bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran dari penelitian yang telah dilakukan. Kesimpulan bab ini didasarkan pada hasil dari bab keempat kemudian saran berfungsi sebagai perbaikan untuk penelitian yang selanjutnya agar lebih baik lagi.