

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sektor manufaktur mengalami perkembangan pesat akibat revolusi industri 4.0 sehingga mampu mengembangkan material baru yang lebih ringan, kaku, kuat, dan mudah dibentuk. Pengembangan material tentunya memperhitungkan berbagai faktor dalam pembuatan produk, termasuk produktivitas dan efisiensi. Industri material yang berkembang pesat saat ini meliputi berbagai bidang kehidupan seperti industri, konstruksi, otomotif, dan dirgantara yang membutuhkan berbagai jenis material untuk memenuhi kebutuhannya. Material komposit termasuk salah satu jenis material yang dapat memenuhi persyaratan. Komposit dianggap lebih ringan, lebih kuat, lebih tahan terhadap korosi, dan memiliki biaya produksi yang lebih rendah dibandingkan logam (Banowati, Haj & Sartono 2022).

Jenis struktur material baru yang disebut komposit terdiri dari dua atau lebih bahan penyusun (kontinu) dengan karakteristik yang berbeda. Komposit harus memiliki daya rekat yang kuat karena adanya perbedaan karakteristik antara bahan penyusunnya, akibatnya *wetting agent* perlu ditambahkan (Dantes & Aprianto 2017). Struktur geometris komposit dan karakteristik jenis penguat memiliki pengaruh yang signifikan terhadap sifat mekaniknya. Salah satu jenis material komposit yang populer adalah komposit *sandwich*, yang terdiri dari tiga lapisan yaitu *top skin* (permukaan atas), *core* (bahan inti), dan *bottom skin* (permukaan bawah). Tujuan dari lapisan ini adalah untuk menciptakan komponen dengan nilai kekakuan dan kekuatan yang tinggi sekaligus memberikan efisiensi bobot (Muflikhun & Jamasri 2022). Keunggulan dari komposit *sandwich* terletak pada material *core* yang ringan sehingga mampu menghasilkan komposit yang memiliki sifat ringan, kuat, dan kaku. Oleh karena itu, pola penyusun *core* atau struktur geometri tentunya mempengaruhi sifat mekanik komposit. Bentuk struktur *core* (*infill pattern*) mempengaruhi kemampuan komposit *sandwich* untuk menyebarkan tegangan geser yang diterima. Komposit *sandwich* sangat potensial untuk dikembangkan lebih lanjut terutama dalam bidang biomedis, otomotif, dan kedirgantaraan dengan memanfaatkan teknologi *3D printing* yang mempunyai metode praktis untuk menciptakan produk dari suatu model *Computer Aided Design* (CAD) untuk mencetak bentuk struktur *core* yang efisien.

Teknologi pencetakan 3D atau *Additive Manufacturing* (AM) semakin berkembang secara luas dan pesat dengan berbagai macam metode pencetakan serta bahan cetak yang diterapkan dalam industri manufaktur (Do et al. 2022). Teknologi pencetakan *Fused Deposition Modeling* (FDM) adalah salah satu teknologi yang populer dikalangan masyarakat karena memiliki biaya

produksi yang murah, penggunaan bahan baku yang umum digunakan seperti *Acrylonitrile Butadiene Styrene* (ABS). Prinsip kerja FDM yaitu mengekstraksi material filamen (*plastic/thermoplastic*) melalui *nozzle* yang dipanaskan pada suhu lelehnya. Kemudian, produk dicetak secara lapisan demi lapisan sehingga membentuk objek 3 dimensi (Rodríguez-Reyna et al. 2022).

Kekuatan produk hasil cetakan 3D FDM dapat ditingkatkan melalui peningkatan kekuatan bahan baku cetakan serta mengoptimalkan parameter pencetakan karena sifat mekanik dan struktur cetakan 3D bergantung pada parameter struktur daripada sifat material. Upaya peningkatan kekuatan bahan cetakan menggunakan fasa penguat (*reinforcement*) seperti serat karbon yang digabungkan dengan filamen. Parameter pencetakan seperti pola pengisian (*infill pattern*), kerapatan isi (*infill density*), *temperature* pencetakan (*print temperature*), dan kecepatan cetak (*print speed*) sangat berpengaruh terhadap kekuatan cetakan struktur. Penelitian mengenai pengaruh parameter pencetakan 3D FDM yang dilakukan oleh Do et al. (2022) dapat diketahui bahwa *infill pattern* dan *infill density* yang berbeda memiliki durasi cetak, panjang filamen serta kekuatan yang berbeda pula. Semakin tinggi *infill density* maka semakin lama durasi pencetakan, semakin panjang filamen yang terpakai dan semakin tinggi pula kekuatan produk tersebut. Bentuk *infill pattern* mempengaruhi kekuatan struktur hasil cetakan 3D FDM dimana semakin tinggi berat *infill pattern* yang digunakan maka sifat mekanik yang dimiliki akan semakin tinggi pula, pada *infill density* yang sama.

Proses penggabungan komposit akan menggunakan serat sintetis sebagai penguat *skin* dan *core* yang dicetak 3D *print*. Salah satu jenis serat sintetis yaitu serat karbon. Berdasarkan penelitiannya Cao & Li (2021) memaparkan bahwa serat karbon memiliki beberapa kelebihan yaitu tahan terhadap panas, kekuatan serta kekakuan yang tinggi, tahan korosi, lebih ringan, dan konduktivitas listrik yang baik. Komposit matriks polimer yang terbuat dengan penguat serat karbon atau biasa disebut sebagai *Carbon Fiber Reinforced Polymer* (CFRP) telah banyak digunakan dalam industri kedirgantaraan, otomotif, dan perkapalan. Dalam komposit matriks polimer, serat karbon memberikan kekakuan dan kekuatan sementara bahan matriks mentransfer beban dari satu serat ke serat lainnya. Sehingga, *skin* pada komposit *sandwich* dapat diperkuat dengan *Carbon Fiber Reinforced Polymer* (CFRP).

Berdasarkan uraian diatas, penelitian ini memiliki signifikansi yang sangat penting karena bertujuan untuk mengidentifikasi dampak yang dihasilkan oleh berbagai jenis pola *infill* (*infill pattern*) pada *core 3D printing* terhadap kekuatan tarik dan kekuatan bending dari material komposit *sandwich*. Selain itu, penelitian ini juga mempertimbangkan efisiensi dalam hal massa material serta waktu pencetakan. Bahan *skin* menggunakan *Carbon Fiber Reinforced Polymer*

(CFRP) sedangkan bahan *core* adalah material *Acrylonitrile Butadiene Styrene* (ABS) yang dicetak *3D printing* dan digabungkan oleh resin *epoxy* menggunakan metode *vacuum bagging*. Material ABS memiliki kelebihan tahan terhadap suhu tinggi, cuaca, kokoh, solid serta memiliki sifat fleksibel, padat sehingga tidak mudah hancur saat terbanting, dan memiliki harga yang relatif cukup murah (Karuniawan, Rachman & Yoningtias 2022). Untuk menentukan kekuatan dan kekakuan atau elastisitas pada material komposit *sandwich*, spesimen dibuat dan diproses sesuai dengan standar ASTM C393 untuk uji bending dan standar ASTM D638 untuk uji tarik. Penelitian ini dilakukan dalam bentuk eksperimen untuk mengidentifikasi pola pengisian yang sesuai serta diharapkan juga dapat menjadi acuan dalam proses pemesinan *3D printing* untuk material komposit *sandwich* serta menjadi dasar penelitian selanjutnya sehingga dapat terus maju dan bermanfaat.

1.2 Rumusan Masalah

Berikut adalah rumusan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini, dilihat dari latar belakang sebelumnya:

1. Bagaimana pengaruh jenis pola pengisian (*infill pattern*) pada komposit *sandwich* dengan *core 3D printing* ABS terhadap kekuatan tarik dan bending?
2. Bagaimana pola patahan yang terjadi pada spesimen uji hasil pengujian tarik dan bending?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan hasil rumusan masalah, ditetapkan tujuan penelitian sebagai berikut:

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

1.4 Manfaat Penelitian

Berikut adalah manfaat penelitian yang diperoleh dari tujuan penelitian:

1. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan terkait penelitian teknologi pengembangan material maju yang lebih unggul dan inovatif.
2. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan pemilihan *infill pattern* pada *core* material komposit *sandwich*.

1.5 Batasan Masalah

Supaya menghindari meluasnya permasalahan yang ada dan mampu mencapai tujuan yang telah ditentukan, penelitian ini memiliki batasan masalah yaitu sebagai berikut:

1. Temperatur pemanasan filamen ABS pada saat *3D printing* dianggap seragam.

2. Ketebalan *core* hasil *3D printing* dianggap seragam.
3. Bentuk geometri atau *infill pattern* tiap jenis hasil cetak 3D dianggap seragam.
4. Proses *vacuum bagging* dianggap memiliki tekanan *vacuum* yang seragam.
5. Proses pemanasan *nozzle* dan *print bed* dianggap konstan.
6. Proses *curing* komposit *sandwich* dianggap seragam.
7. Penelitian ini tidak membahas pembuatan *infill pattern* atau pengkodean *G Code* pada struktur cetakan 3D.

1.6 Metodologi Penulisan Skripsi

Skripsi ini ditulis dengan menggunakan metode sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian dan manfaat, definisi masalah, dan metodologi penulisan skripsi semua termasuk dalam bab pertama.

BAB II TEORI PENUNJANG

Bab kedua berisi landasan teori dan tinjauan literatur yang relevan untuk mendukung penelitian ini. Landasan teori berasal dari sumber-sumber berikut: makalah ilmiah, buku, dan jurnal.

BAB III PERANCANGAN SISTEM

Bab ketiga berisi metodologi penelitian yang menjelaskan rancangan penelitian yang akan dilakukan. Rancangan penelitian harus mengikuti standar yang telah ditetapkan serta harus sesuai dengan rumusan masalah yang telah ditentukan.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab keempat berisi uraian hasil percobaan berupa data penelitian yang telah berhasil dikumpulkan serta dianalisis. Bab ini juga menjelaskan temuan penting dan membandingkannya dengan penelitian terdahulu untuk memperkuat kesimpulan yang telah diperoleh.

BAB V PENUTUP

Bab kelima berisi kesimpulan dan saran. Kesimpulan berisi ringkasan temuan yang telah diungkapkan pada bab-bab sebelumnya, sedangkan saran berisi rekomendasi perbaikan yang perlu diperbaiki pada penelitian selanjutnya.