



**PENGARUH KETEBALAN SKIN KOMPOSIT SANDWICH KARBON
FIBER DENGAN BAHAN NILON SEBAGAI CORE TERHADAP UJI
BENDING MENGGUNAKAN METODE VACUUM INFUSION**

SKRIPSI

*Diajukan sebagai salah satu persyaratan memperoleh gelar Sarjana Strata Satu (S-1)
Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam Malang*



Disusun Oleh :

★ **Zulkifli Karim** ★

21801052121

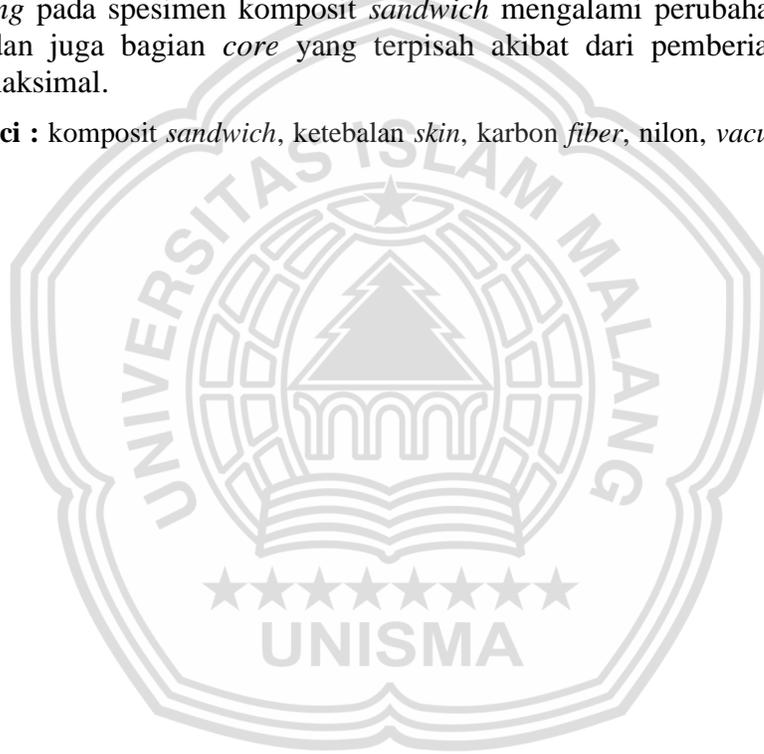
**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM MALANG**

2023

ABSTRAKSI

Komposit merupakan bahan yang terdiri dari dua atau lebih bahan penyusun yang masing-masing memiliki sifat berbeda yang dipadukan untuk menciptakan suatu material baru. Dalam penelitian ini menggunakan komposit *sandwich* yang terdiri dari *skin* yang berbahan karbon *fiber* dan *core* berbahan nilon dengan menggunakan metode pembentukannya yaitu *vacuum infusion*. Dalam penelitian ini, penulis memvariasikan ketebalan pada *skin* yaitu 2, 3, 4 lapis karbon *fiber* dengan dengan dimensi *core* berdasarkan ASTM C393 dan bentuk dalam *core* berbentuk *honeycomb*. Tujuan penelitian ini adalah untuk melakukan perbandingan ketebalan pada *skin* (karbon *fiber*) dan tanpa *skin* terhadap komposit dengan melalui pengujian *bending*. Hasil Pengujian di dapatkan pengaruh ketebalan *skin* pada komposit *sandwich* dapat mempengaruhi nilai pada nilai kekakuan *bending*. Variasi dengan kode spesimen 4 lapis *skin* memiliki nilai kekakuan *bending* yang paling tinggi sebesar 317917,4 N/mm². Sedangkan perbandingan antara tanpa lapisan *skin* memiliki selisih kekakuan dengan selisih sebesar 197011,3 N/mm². Hasil pengujian *bending* pada spesimen komposit *sandwich* mengalami perubahan bentuk pada bagian tengah dan juga bagian *core* yang terpisah akibat dari pemberian beban yang melebihi batas maksimal.

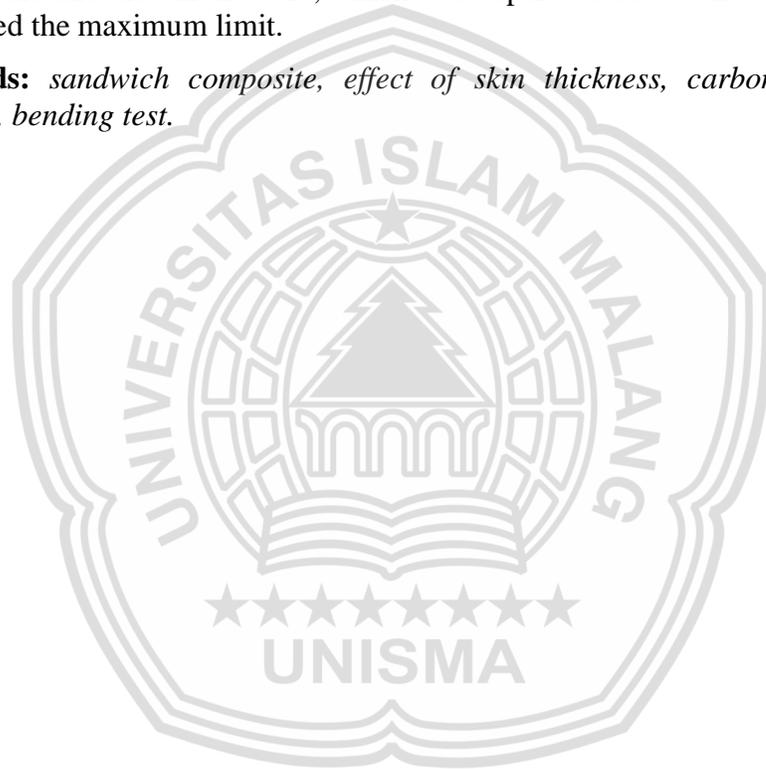
Kata kunci : komposit *sandwich*, ketebalan *skin*, karbon *fiber*, nilon, *vacuum infusion*, uji *bending*.



ABSTRACTION

Composites are materials consisting of two or more constituent materials, each of which has different properties, which are combined to create a new material. In this study, a sandwich composite consisting of skin made from carbon fiber and a core made from nylon was formed using the formation method, namely vacuum infusion. In this study, the authors varied the thickness of the skin, namely 2, 3, and 4 layers of carbon fiber with core dimensions based on ASTM C393 and the inner shape of the honeycomb core. The purpose of this study was to compare the thickness of the skin (carbon fiber) and the composite without skin through bending testing. Test results show that the effect of skin thickness on sandwich composites can affect the value of bending stiffness. The variation with the 4-layer skin specimen code has the highest bending stiffness value of 317917.4 N/mm². While the comparison between skin layers has a difference in stiffness of 197011.3 N/mm². The results of the bending test on the sandwich composite specimen showed a change in shape in the middle and also in the core, which was separated due to the application of a load that exceeded the maximum limit.

Keywords: *sandwich composite, effect of skin thickness, carbon fiber, nylon, vacuum infusion, bending test.*



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Semakin berkembangnya teknologi, jumlah permintaan meningkat sebagai akibat dari perkembangan teknologi saat ini. Dari segi penggunaan material yang digunakan setiap hari maupun dalam ekonomi global, diperlukan bahan material baru akibat permintaan bahan saat ini. Beberapa bahan baru telah dibuat saat ini untuk digunakan, salah satunya yang memenuhi kebutuhan ini yaitu komposit.

Komposit adalah bahan yang terdiri dari dua atau lebih bahan yang dipadukan dalam bentuk benda dan memiliki ciri-ciri yang berbeda dengan bagian pembentuknya. Komposit telah menjadi sangat populer karena banyak keunggulannya. Beberapa keunggulan komposit diantaranya adalah kekuatan, tahan pada korosi, dan mudah ditemui dipasaran. Komposit berisi dari *reinforcement* (penguat atau serat) untuk melindunginya dari kerusakan pada bagian luar komposit dan matriks yang memiliki fungsi sebagai pengikat atau pelekat (Prayoga et al., 2018).

Saat ini, berbagai jenis komposit telah dibuat dengan menggunakan bahan alami dan sintetis, dengan masing-masing memiliki kelebihan dan kekurangan. Sifat komposit dapat dihasilkan oleh gabungan matriks dengan *reinforcement* (serat atau penguat) menggunakan berbagai proses produksi. Bergantung pada sifat matriks utama dan penguat, bahan metal matriks komposit dapat menawarkan beberapa keuntungan. Keunggulan termasuk material yang lebih ringan, lebih fleksibel, lebih tahan korosi, dan daya redam energi yang lebih besar. Material komposit jenis ini memiliki kekurangan, termasuk desain yang sulit, biaya yang tinggi, dan karakteristik temperatur yang buruk.

Nayiroh (2013), berpendapat bahwa faktor yang mempengaruhi sifat mekanik komposit berada pada *core* yang digunakan meliputi dari segi jenis dan bentuk *core*. Dan juga pada serat yang digunakan meliputi dari segi ukuran, konstrasi, distribusi, dan orientasi serat. Untuk menentukan karakteristik komposit yang mau dibuat, maka faktor yang harus diperhatikan yaitu rasio matriks, pengisi, penguat, serta *skin* dan *core*. Ketebalan *skin* menunjukkan perbedaan ini. Tujuan komposit *sandwich* dibuat adalah agar memaksimalkan kekuatan komposit agar bobotnya lebih ringan. bahan yang dipilih untuk *skin* dan *core* komposit harus sangat kuat dan ringan.

Pada penelitian ini, *skin* berbahan serat karbon digunakan. Serat karbon adalah salah satu pengisi yang paling umum digunakan di material komposit industri dan memiliki banyak bahan penyusun dan berbagai sifat kimia dan fisika. Karbon *fiber* memiliki karakteristik yang jauh lebih ringan daripada logam, tetapi memiliki karakteristik yang kuat. Selain itu, serat karbon adalah bahan yang mudah ditemukan di pasar (Ichsan, 2015). Nilon adalah bahan komposit yang kedua yang digunakan untuk mengisi *core*. Biasanya digunakan sebagai serat pada komposit karena nilon memiliki sifat lebih keras, ringan, tidak terlalu rapuh, dan tidak terlalu kaku daripada karbon. Dalam penelitian ini menggantikan posisi nilon yang awalnya digunakan sebagai penguat menjadi pengisi (*core*) pada komposit *sandwich*. Meskipun nilon lebih kuat dan tahan terhadap bahan kimia daripada PLA dan ABS, nilon tidak banyak digunakan dalam manufaktur karena kemajuan bahan cetak 3D, campuran serat nilon dengan partikel kecil dari bahan yang lebih kuat seperti serat karbon atau *fiberglass* yang telah dimasukkan kedalam bentuk *filament*. Kombinasi ini mempertahankan keunggulan nilon sekaligus meningkatkan kekakuan dan kekuatannya. Bahan nilon yang sudah dikembangkan ini memiliki kekuatan dan ketahanan kimia, kekakuan, dan daya tahan tinggi. Karena sifatnya yang ringan dan memiliki kekakuan yang tinggi, bahan ini dapat digunakan sebagai pengisi *core*.

Proses pembuatan komposit dapat dilakukan dengan beberapa cara, seperti metode *hand lay-up*, *vacuum infusion*, dan *vacuum bagging*. *Vacuum infusion* memiliki beberapa keuntungan dibandingkan dengan metode pembuatan lainnya, seperti meningkatkan efisien penggunaan resinnya, misalnya pengurangan jumlah resin semacam itu yang menumpuk di satu tempat, dan penyebaran resin secara merata. Dalam penelitian ini, menggunakan metode *vacuum infusion* untuk mendapatkan hasil spesimen yang lebih baik agar pada saat pengujian mengurangi bentuk kegagalan pada material komposit *sandwich*.

Untuk mengetahui pengaruh ketebalan *skin* pada komposit *sandwich* dan bahan nilon sebagai *core* perlu adanya beberapa pengujian yang dilakukan agar dapat digunakan harus diuji terlebih dahulu. Uji *bending*, atau uji tekuk, dilakukan untuk menganalisa spesimen dalam menentukan mutu kombinasi komposit *sandwich* secara visual. uji lentur digunakan untuk menentukan *elastisitas* spesimen serta kekuatan material di bawah tekanan.

Pada penelitian ini akan dilakukan eksperimen untuk menguji pengaruh ketebalan *skin* komposit *sandwich* serat karbon dengan *core* nilon pada uji *bending* menggunakan metode *vacuum infusion*. Eksperimen ini akan didasarkan pada latar belakang yang telah dijelaskan.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang muncul sesuai dengan judul dan konteks yang sudah jelaskan adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh ketebalan *skin* berbahan karbon *fiber* dan *core* berbahan nilon terhadap material komposit *sandwich*?
2. Bagaimana pengaruh perbandingan nilai kekakuan *bending* komposit *sandwich* dengan *skin* 2, 3, 4 dan tanpa lapisan komposit?

1.3 Batasan Masalah

Membatasi masalah terhadap penyelesaian penelitian sangat penting untuk mencegah topik menjadi terlalu luas. Batasan masalahnya adalah demikian:

1. *Core* berbahan nilon dengan bentuk *filament*.
2. Proses percetakan pada *core* menggunakan 3D *printing*.
3. *Skin* berbahan serat karbon *fiber*.
4. Ketebalan *skin* yaitu 2, 3, 4, dan tanpa lapisan.
5. Spesimen pengujian *bending* yang digunakan mengacu pada standar ASTM C393.
6. Pemakaian resin yang dipakai dalam penelitian ini adalah resin *polyester* type bening.
7. Proses penyusunan komposit *sandwich* dengan menggunakan proses *vacuum infusion*.
8. Pengujian yang dilakukan hanya pengujian *bending*.
9. Pada pengujian *bending* beban yang diberikan bersifat kontinu sampai dengan spesimen tidak kuat menahan atau terjadi patahan pada spesimen.
10. Studi ini tidak mencakup desain atau pembuatan *prototype* alat; hanya pembuatan spesimen uji dan pengujian *bending*.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk melihat kombinasi bahan karbon *fiber* dan nilon dalam bentuk spesimen komposit *sandwich*.

2. Untuk mengetahui proses pembuatan komposit *sandwich* dengan menggunakan *vacuum infusion*.
3. untuk menilai bagaimana spesimen dengan *skin* komposit *sandwich* dan tanpa komposit berubah dalam hal dimensi dan karakteristik kekakuannya.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat pada penelitian ini adalah :

1. Sebagai sarana atau wawasan baru terkait material komposit sebagai material alternatif yang bisa menggantikan material yang berbahan logam.
2. Memberikan motivasi kepada Mahasiswa Teknik Mesin khususnya Teknik Mesin Universitas Islam Malang untuk melakukan analisis tambahan lebih lanjut pada material komposit.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang dimaksud adalah sebagai berikut untuk memudahkan dan memahami isi penelitian ini secara umum yaitu:

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini mencakup latar belakang penelitian, bagaimana masalah itu dirumuskan, Batasan masalah, serta tujuan dan manfaat penelitian. Selain itu, mencakup teknik penulisan dan prosedur sistematika alur penelitian.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Teori terkait penelitian dibahas dalam bab ini. Hal ini dilakukan untuk mem-back up, memperkuat, dan mendukung penelitian-penelitian yang selama ini berbasis buku, artikel dalam publikasi ilmiah, dan kajian-kajian sebelumnya.

BAB III : METODE PENELITIAN

Prosedur sistematis yang digunakan dalam penelitian ini dibahas dalam bab ini. Prosedur ini dirancang untuk meningkatkan kesesuaian teknik pengumpulan data, bagan alir penelitian, dan pengolahan data dengan tujuan yang ditentukan.

BAB IV : ANALISIS DATA

Bab ini mengkaji analisis data dan merangkum temuan data pelaksanaan penelitian data.

BAB V : PENUTUP

Bab ini mencakup kesimpulan dalam penelitian yang dikumpulkan pada hasil dan membuat rekomendasi berdasarkan temuan, yang diikuti dengan daftar pustaka dan lampiran..





BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan penelitian pada tugas akhir ini, dan berdasarkan rumusan masalah yang ada, dapat disimpulkan bahwa :

1. Penambahan ketebalan *skin* berbahan karbon *fiber* dan *core* berbahan nilon sangat memberikan dampak pada komposit *sandwich*, karena nilon yang memiliki sifat elastisitas dan karbon *fiber* yang memiliki sifat kekuatan yang tinggi sehingga bisa mampu mendapatkan nilai *bending* yang semakin tinggi. Namun untuk kegagalan yang sering terjadi adalah kegagalan pada *core* yang mengalami perubahan bentuk pada bagian tengah dan juga bagian *core* yang terpisah akibat dari pemberian beban yang melebihi batas maksimal.
2. Pengaruh ketebalan *skin* pada komposit *sandwich* dapat mempengaruhi nilai pada nilai kekakuan *bending*. Variasi dengan kode spesimen 4 lapis *skin* memiliki nilai kekakuan *bending* yang paling tinggi sebesar 317917,4 N/mm². Sedangkan perbandingan antara tanpa lapisan *skin* memiliki selisih kekakuan dengan selisih sebesar 197011,3 N/mm².

5.2 Saran

1. Pada saat cetakan *core* menggunakan mesin 3D *print* dengan bahan nilon sebaiknya melakukan proses *dryer* terlebih dahulu agar tidak terjadi *delaminasi* terhadap spesimen *core*.
2. Sebelum dimulai proses pemvakuman, maka harus mencoba lebih dahulu untuk mengetahui apakah ada kebocoran selama proses *vacuum infusion*.
3. Setiap universitas harus memiliki laboratorium khusus yang berfokus pada material komposit agar mahasiswa dapat lebih fokus pada tugas akhir mereka dan mengembangkan material komposit.



DAFTAR PUSTAKA

- Ardiyanto, P. 2014. Analisa Pengaruh Ketebalan Inti (Core) Polyurethane Terhadap karakteristik Thickness Effect Of Polyurethane Foam Core On The Flexural Behavior Of Composite Sandwich Material. *F. Teknologi Industri*, 1–58.
<https://repository.its.ac.id/63178/1/2109100130>
- Atmanegara, REP., Pribadi, T. W., & Arif, M. S. 2016. Analisis Teknis dan Ekonomis Pembangunan Kapal Ikan 30GT Konstruksi FRP Menggunakan Metode Laminasi Vacuum Infusion. *Jurnal Teknik ITS*, 5(1), 1–6.
<https://doi.org/10.12962/j23373539.v5i1.15827>
- Bellerina, Y. B. 2007. Pra Rancangan Pabrik Benang Filament Nilon 6 Dengan Kapasitas Produksi. *Universitas Islam Indonesia*.
<https://dspace.uui.ac.id/123456789/26410>
- Dinur, R. 2019. Proses Pembuatan Produk Komposit Sandwich Vacuum Infusion. *Universitas Islam Indonesia*.
<https://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/14242>
- Hidayat, A., Yudo, H., & Manik, P. 2016. Analisa Teknis Komposit Sandwich Berpenguat Serat Daun Nanas Dengan Core Serbuk Gergaji Kayu Sengon Laut Ditinjau Dari Kekuatan Tekuk Dan Impak. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 4(1), 265–273.
- Hidayat, S. 2020. Aplikasi perangkat vacuum infusion untuk pembuatan komponen berbahan komposit. *Institut Teknologi Nasional - Bandung*, 12–20.
<http://eprints.itenas.ac.id/id/eprint/838>
- Ichsan, R. N. 2015. Pengaruh Susunan Lamina Komposit Berpenguat Serat E-Glass Dan Serat Carbon Terhadap Kekuatan Tarik Dengan Matrik Polyester. *Jurnal Teknik Mesin UNESA*, 3(3), 32–39.
<https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/jtm-unesa/article/view/11276>
- Li, T., & Wang, L. 2017. Bending behavior of sandwich composite structures with tunable 3D-printed core materials. In *Composite Structures* (Vol. 175, pp. 46–57).
<https://doi.org/10.1016/j.compstruct.2017.05.001>
- Nayiroh, N. 2013. *Teknologi Material Komposit*. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Olivianides, F. 2021. Analisis Pengaruh Jumlah Lapisan Skin Pada Komposit Sandwich

Terhadap Uji Bending. *Universitas Islam Indonesia*.

<https://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/37824>

- Petras, A. 1999. *Design of sandwich structures*. Proceedings of the Estonian Academy of
- Prayoga, A., Eryawanto, B., & Hadi, Q. 2018. Pengaruh Ketebalan Skin Terhadap Kekuatan Bending dan Tarik Komposit Sandwich dengan Honeycomb Polypropylene sebagai Core. *Jurnal Teknik Mesin*, 18(1), 23–28.
- Respati, S. W., & Achmad, K. 2017. Pengaruh Arah Serat Carbon Fiber Reinforced Polymer Terhadap Kuat Tekan Beton Normal Menggunakan Material Lokal Pasir Samboja di Wilayah Kalimantan Timur. *Jurnal Teknologi Terpadu Politeknik Negeri Balikpapan*, 5(1), 19.
- <https://doi.org/https://doi.org/10.32487/jtt.v5i1.206>
- Sari, N. H. 2011. Analisa Kekuatan Bending Komposit Epoxy Dengan Penguatan Serat Nilon. *Teknik Mesin Universitas Mataram*, 1(62)

