

**PENGARUH DESAIN CETAKAN, SUHU LELEH, DAN KECEPATAN TARIK
TERHADAP KUALITAS IMPREGNASI DARI PELET POLYPROPYLENE YANG
DIPERKUAT SERAT KARBON**

SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Program Studi S-1 Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta**



Disusun oleh :

FATAHILLAH

20160130165

**PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH
YOGYAKARTA**

2021

HALAMAN PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi / tugas akhir berjudul "**Pengaruh Desain Cetakan, Suhu Leleh, Dan Kecepatan Tarik Terhadap Kualitas Impregnasi Dari Pelet Polypropylene Yang Diperkuat Serat Karbon**" ini merupakan bagian dari disertasi Ir. Cahyo Budiyanoro, M.Sc., IPM dan tidak akan dipublikasikan demi kepentingan akademis ataupun umum tanpa ijin.

Yogyakarta, Januari 2022



PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Dengan ini saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi / tugas akhir berjudul “Pengaruh Desain Cetak, Suhu Leleh, Dan Kecepatan Tarik Terhadap Kualitas Impregnasi Dari Pelet Polypropylene Yang Diperkuat Serat Karbon” ini adalah asli hasil karya saya dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di Perguruan Tinggi dan sepengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau dipublikasikan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disebutkan sumbernya dalam naskah dan dalam daftar Pustaka.

Yogyakarta, Januari 2022



Fatahillah

HALAMAN PERSEMBAHAN

“Yakinlah ada sesuatu yang menantimu selepas banyak kesabaran (yang kau jalani) yang akan membuatmu terpana hingga kau lupa pedihnya rasa sakit. “

(Imam Ali Ibn Abi Thalib AS)

Skripsi ini saya persembahkan kepada kedua orang tua saya serta seluruh dosen Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang telah membimbing saya selama kuliah

INTISARI

Polimer yang diperkuat serat karbon (CFRP) merupakan jenis komposit yang memiliki potensi besar untuk menggantikan penggunaan logam konvensional di dunia otomotif. Dalam proses manufakturnya, penggunaan matriks berbasis termoset dominan dalam pembuatan CFRP dibandingkan matriks berbasis termoplastik. Dampak dari penggunaan matriks berbasis termoset dapat menyebabkan limbah masa habis pakai dan limbah proses, di mana resin termoset tidak dapat didaur ulang. Polipropilen merupakan salah satu matrik berbasis termoplastik yang memiliki sifat mekanik yang bagus. Dalam komposit, sifat makroskopisnya dipengaruhi oleh kualitas ikatan antara matrik dan penguat atau biasa disebut impregnasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh parameter proses manufaktur terhadap kualitas impregnasi pelet polipropilen yang diperkuat serat karbon.

Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode manufaktur gabungan ekstrusi dan pultrusi. Sampel produk kemudian diuji dengan menarik keluar serat dari komposit untuk mengetahui kualitas impregnasi serat dan matriks. Metode Taguchi berupa SNR dan ANOVA digunakan untuk menganalisis dan menentukan pengaruh parameter proses yang digunakan.

Hasil ANOVA menunjukkan bahwa parameter lain memiliki pengaruh yang signifikan sebesar 129,52 %, sedangkan parameter proses yang digunakan dalam desain cetakan memiliki pengaruh yang paling tinggi di antara parameter proses yang digunakan. Hasil yang diperoleh dari analisis yang dilakukan bahwa parameter proses optimum yang diperoleh adalah dengan menggunakan variasi desain cetakan 2, temperatur leleh 230 °C dan kecepatan tarikan 2,39 m/menit.

Kata kunci : CFRP, Polipropilen, Ekstrusi, Pultrusi, Impregnasi.

ABSTRACT

Carbon fiber reinforced polymer (CFRP) is a type of composite that has great potential to replace conventional metal use in the automotive world. In the manufacturing process, the use of a thermoset-based matrix is dominant in the manufacture of CFRP compared to a thermoplastic-based matrix. The impact of using thermoset-based matrices can lead to consumable life and process waste, in which thermoset resins cannot be recycled. Polypropylene is a thermoplastic-based matrix that has good mechanical properties. In composites, the macroscopic properties are influenced by the quality of the bond between the matrix and the reinforcement or commonly called impregnation. This study aims to determine the effect of manufacturing process parameters on the impregnation quality of carbon fiber reinforced polypropylene pellets.

The research was conducted using a combined extrusion and pultrusion manufacturing method. The product sample was then tested by pulling the fibers out of the composite to determine the quality of the fiber and matrix impregnation. Taguchi methods in the form of SNR and ANOVA were used to analyze and determine the effect of the process parameters used.

The results of the ANOVA show that other parameters have a significant effect of 129.52 %, while the process parameters used in the mold design have the highest influence among the process parameters used. The results obtained from the analysis carried out that the optimum process parameters obtained are by using a variation of the mold design 2, the melting temperature is 230 °C and the pulling speed is 2.39 m/min.

Keywords : CFRP, Polypropylene, Extrusion, Pultrusion, Impregnation.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirobbil'alaamiin, puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul "**Pengaruh Desain Cetakan, Suhu Leleh, Dan Kecepatan Tarik Terhadap Kualitas Impregnasi Dari Pelet Polypropylene Yang Diperkuat Serat Karbon**".

Tugas Akhir ini diajukan sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Program Studi S-1 Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Dalam penyusunan laporan tugas akhir ini, penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari kata kesempurnaan. Untuk itu kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak sangat diharapkan demi kesempurnaan penyusunan laporan tugas akhir ini. Semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembacanya.

Yogyakarta, Januari 2021

Penulis



Fatahillah

20160130165

UACAPAN TERIMAKASIH

Bismillahirrahmanirrahim

“For indeed, with hardship [will be] ease. Indeed, with hardship [will be] ease.”

{Q.S. Al- Insyirah (94): 5-6}

Alhamdulillah

Terimakasih Ya Allah

Untuk kebaikan orang yang ada

Untuk setiap tegur sapa mereka

Yang telah menguatkan dikala duka

Yang tak pernah rela

Mebiarkan jatuh dan terpuruk

Dengan rahmat Allah yang maha pengasih lagi maha penyayang, dengan ini saya mempersembahkan karya ini untuk kedua orang tua saya yang sangat saya sayangi, yang senantiasa memberikan do'a, motivasi serta semangat dalam mengiringi setiap langkah saya.

Untuk teman-teman seperjuangan Teknik Mesin 2016, kehidupan ini adalah hamparan samudera luas yang kita renangi dan selami ke dalamannya untuk mencari tiram didasarnya dan kita petik mutiaranya, bahwa selalu ada yang bermakna pada setiap kehadiran dan pertemuan.

Bapak dosen pembimbing, Bapak dan Ibu dosen di jurusan Teknik dan seluruh staff di jurusan Teknik Mesin yang telah memberikan bantuan dan fasilitas.

Dan untuk semua orang baik yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah menjadi motivasi dan penyemangat.

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI.....	Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.
PERNYATAAN	Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
INTISARI.....	v
ABSTRACT.....	vi
KATA PENGANTAR	Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.
UACAPAN TERIMAKASIH	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR NOTASI	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Asumsi dan Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI.....	5
2.1. Tinjauan pustaka	5
2.1.1. <i>Carbon Fiber Reinforced Polypropylene</i>	5
2.1.2. Pengaruh Parameter Proses	6
2.1.3. Upaya Meningkatkan <i>Fiber Impregnation</i>	7
2.2. Landasan Teori.....	8
2.2.1. Komposit CFRP.....	8
2.2.2. <i>Thermoplastic</i>	9
2.2.3. <i>Polypropylene</i>	9
2.2.4. Ekstrusi dan Pultrusi	11
2.2.5. <i>Impregnation Die Design</i>	13
2.2.6. <i>Pulling Speed</i>	14
2.2.7. Melt Temperature	14
2.2.8. <i>Impregnation Degree</i>	15
2.2.9. DOE	15
2.2.10. Metode Taguchi	15
2.2.11. Fraksi Volume	17
2.2.12. Uji <i>Pull Out</i>	18

BAB III METODE PENELITIAN.....	20
3.1. Bahan Penelitian	20
3.2. Alat Penelitian.....	21
3.3. Prosedur Penelitian	22
3.3.1. Diagram penelitian	22
3.3.2. Design of Experiment.....	24
3.3.3. Menentukan Variasi Parameter Proses	25
3.3.4. Desain Faktorial.....	27
3.3.5. Perlakuan <i>Cryogenic</i> Pada Serat.....	27
3.3.6. Proses Ekstrusi dan Pultrusi	29
3.3.7. Pengukuran Fraksi Volume	29
3.3.8. Pengujian <i>Pull Out</i>	30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	32
4.1. Hasil Penelitian	32
4.2. Hasil Pengukuran Fraksi Volume	32
4.3. Hasil Uji <i>Pull Out</i>	35
4.4. Hasil Metode Taguchi.....	35
4.5. Analisis Parameter Optimum.....	41
4.6. Eksperimen Konfirmasi	44
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	47
5.1. Kesimpulan	47
5.2. Saran	47
DAFTAR PUSTAKA	48

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Konfigurasi Pin Impregnasi	7
Gambar 2.2 Single-screw extruder	11
Gambar 2.3 Mesin pultrusi	12
Gambar 2.4 Model penyebaran bundel serat	14
Gambar 2.5 Sistem pengujian pull out: (a) spesimen uji, (b) posisi penjepitan dan (c) posisi pengujian	19
Gambar 3.1. Serat karbon Torayca T700S.	21
Gambar 3.2. Skema alat penelitian.	21
Gambar 3.3. <i>Vernier caliper</i>	22
Gambar 3.4 Diagram alir penelitian	24
Gambar 3.5 (a) Cetakan 1 dengan tanpa pin impregnasi, (b) Cetakan 2 dengan variasi posisi pin impregnasi (c) Cetakan 3 dengan perpindahan variasi posisi pin impregnasi	26
Gambar 3.6 Serat yang akan dilakukan proses <i>cryogenic</i>	28
Gambar 3.7 Proses Cyrogenic (Kiri) dan Kondisi serat setelah proses Cyrogenic (Kanan).	28
Gambar 3.8 Proses pengeringan menggunakan blower.....	29
Gambar 3.9 Spesimen yang akan dilakukan pengujian pull out.....	30
Gambar 3.10 Mesin uji Zwick/Roell Z020 (Kiri) dan posisi pencengkaman spesimen (Kanan).	31
Gambar 4. 1 Grafik uji <i>pull out</i> eksperimen perbaikan setiap salinan.	45

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Tabel Sifat <i>Homopolymer</i> dan <i>Copolymer Polypropylene</i>	11
Tabel 3.1. Material data sheet polypropylene.....	20
Tabel 3.2. Material data sheet serat karbon	20
Tabel 3.3. Rekomendasi Kondisi Pemrosesan.....	25
Tabel 3.4. Matrik Orthogonal L ₉ (3 ³).....	27
Tabel 4.1. Desain Eksperimen faktorial matrik orthogonal L ₉ (3 ³).....	32
Tabel 4.2. Data Hasil Pengukuran Dimensi dan Densitas Komposit Percobaan Ke-4 .	34
Tabel 4.3. Data Hasil Perhitungan Fraksi Volume	34
Tabel 4.4. Tabel Data Hasil Pengujian Pull Out.....	35
Tabel 4.5. Respon Tabel Signal to Noise Ratio.....	36
Tabel 4.6. Persen kontribusi parameter terhadap kekuatan geser antar muka.....	41
Tabel 4.7. Kontribusi Parameter.....	41
Tabel 4.8. Level parameter proses optimal berdasarkan rasio S/N.	42
Tabel 4.9. Tabel fraksi volume eksperimen konfirmasi.	46

DAFTAR NOTASI

τ	: tegangan geser (MPa/mm^2)
F	: gaya maksimum penarikan (N)
L_b	: panjang pengikat matrik dan serat (mm)
L	: panjang (mm)
d	: diameter (mm)
v_f	: fraksi volume serat (%)
ρ_c	: densitas komposit (g/cm^3)
ρ_m	: densitas matrik (g/cm^3)
ρ_f	: densitas serat (g/cm^3)