

PERANCANGAN CETAKAN INJECTION MOLDING HANDPRESS MATERIAL KOMPOSIT PPHI DAN SERAT ALAM

Alfan Ekajati Latief, Nuha Desi Anggraeni, Ichsan Putera

¹ Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional, Itenas, Bandung

Jl. PHH. Mustopa No. 23 Bandung 40124

nuha@itenas.ac.id

Abstrak

Injection molding adalah metoda pembentukan termoplastik yang dipanaskan hingga meleleh kemudian diinjeksikan dengan tekan tinggi kedalam cetakan, sehingga material termoplastik akan mengeras dalam cetakan. Jenis *injection molding* yang digunakan adalah jenis handpress dengan kapasitas tekanan pada mesin adalah 34,83 MPa dan kapasitas barel 273 cm³. Sedangkan untuk cetakan yang akan di rancang adalah cetakan untuk membuat spesimen uji tarik ASTM 3039, spesimen uji Impak ASTM D 6110-04 dan spesimen uji bending ASTM D 695. Penentuan spesimen mengacu pada jenis material yang akan digunakan adalah komposit dengan matriks polipropilena high Impak (PPHI) dan penguatnya serat alam jenis rami dan daun nanas. Perancangan cetakan awalnya akan membuat 2 desain cetakan berdasarkan aliran masuknya material kedalam cetakan, dengan material yang diuji adalah 100 % PPHI dan setelah di dapatkan yang optimal kemudian cetakan yang optimal akan di uji dengan jenis material komposit PPHI dan fraksi volume serat alam 10 % yang berbeda yakni serat nanas dan rami dengan parameter yang dijadikan acuan adalah *fill of time*, *pressure at end fill* dan *temperature at end fill*. Pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa dari ketiga spesimen diatas serat daun nanas memiliki *pressure* dan *temperatur at end fill* yang tinggi dibandingkan dengan serat rami.

Kata kunci : rami, daun nanas, PPHI, *injection molding*.

Abstract

Injection molding is a method of forming a thermoplastic that is heated until it melts and then injected with high pressure into the mold so that the thermoplastic material will harden in the mold. The type of injection molding used is the hand press type with a pressure capacity of 34.83 MPa and a barrel capacity of 273 cm³. The mold that will be designed is to make a tensile test specimen ASTM 3039, an Impact test specimen ASTM D 6110-04, and a bending test specimen ASTM D 695. Determination of the specimen pointing to the type of material used is a composite with a high impact polypropylene matrix (PPHI) and natural fibers of Ramie and pineapple leaves. The mold design will initially make 2 mold designs based on the flow of material entering the mold, with the material being tested is 100% PPHI. After getting the optimal one, the composite will test the optimal mold with different types of PPHI composite material and 10% different volume fractions of natural fiber. Namely, pineapple and Ramie fibers with the parameters used as references are *fill of time*, *Pressure at end fill*, and *Temperature at end fill*. In this study, it can be concluded that of the three specimens above, the pineapple leaf fiber has high pressure and temperature at the end fill compared to Ramie fiber. Abstrak ditulis dalam Bahasa Inggris, satu paragraf, memuat tujuan, metode penelitian yang digunakan dan hasil.

Key words : ramie, pineapple leaves, PPHI, *injection molding*.

PENDAHULUAN

Perkembangan pengolahan komposit matriks polimer berpenguat serat alam semakin

banyak di kembangkan salah satunya yakni untuk alternatif pengganti komposit yang diperkuat kaca, dimana serat kaca memiliki masa jenis 2,6 g/cm³ dan harganya antara \$ 1,30 dan \$ 2,00 per kg. Sebagai perbandingan, serat alam rami serat memiliki masa

jenis 1,5 g/cm³ dan harganya antara \$ 0,22 dan \$ 1,10 per kg (Foult et al., 2000)

Secara umum material polimer memiliki sifat mekanik yang kurang kaku dan kuat jika dibandingkan dengan logam, tetapi apabila ditinjau dari rasio terhadap berat dan kekakuan terhadap berat lebih baik dibandingkan logam (Moh. Hartono, Gumono, Wirawan, Dina Novera, Qonita Salsabilla, 2018), pada penelitian ini material polimer yang digunakan adalah polipropilena yang memiliki sifat dapat di daur ulang (Campo, 2006). Dengan jenisnya *Polypropylene High Impact* yang memiliki ketangguhan lebih tinggi dibandingkan jenis polipropilena yang lain (Mardiyati, 2017), Sedangkan untuk serat alam yang akan digunakan adalah rami dan nanas yang banyak diproduksi di Indonesia dan yang memiliki sifat mekanik khususnya kekuatan tarik lebih baik dibandingkan serat alam yang lain (Sulaiman et al., 2018).

Proses *injection molding* adalah proses pembentukan suatu komponen dari material plastik sesuai dengan dimensi yang ada di cetakan dengan memanfaatkan tekanan yang tinggi sehingga akan mengurangi porositas yang terjadi bila dibandingkan dengan metode *hand lay up* (Latief et al., 2020). Cetakan plastik pada *injection molding* harus memperhatikan berapa parameter dikarenakan akan berpengaruh terhadap kualitas produk yang dihasilkan agar tidak terdapat cacat, parameter tersebut antara lain temperatur injeksi, tekanan injeksi, waktu injeksi, waktu tahan, waktu pendinginan, kecepatan injeksi, dan *clamping force* (Moh.Hartono, Praktiko, Purnomo B.santoso, 2020). Proses optimasi yang dikembangkan untuk perancangan cetakan salah satunya menggunakan simulasi *Finite Element Analysis* (FEA) (Waluyo et al., 2020), Sedangkan pada penelitian ini akan menggunakan software solidwork dan parameter yang menjadi acuan adalah *fill of time*, *pressure at end fill* dan *temperature at end fill* dengan spesifikasi mesin *injection molding hand press* yang sudah ditentukan dari penelitian sebelumnya (Putera, 2020) dan fraksi volume serat alam 10 % untuk serat rami dan daun nanas.

METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini, parameter yang sudah ditentukan di awal adalah dari spesifikasi mesin *injection molding handpress* yang digunakan dapat dilihat pada tabel 1.

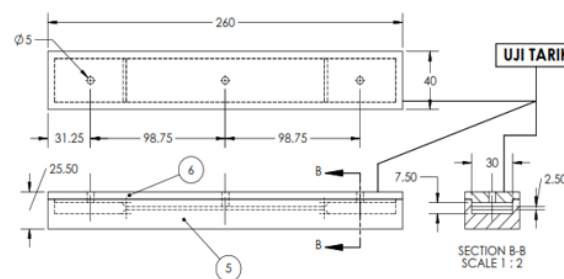
Tabel 1 Spesifikasi Injection Molding Handpress

Tipe Mesin	Manual Hand press
Kapasitas Hopper	270 cm ³
Tekanan Nozzle Silinder	34,83 MPa
Temperatur Hopper	(100 – 300) °C

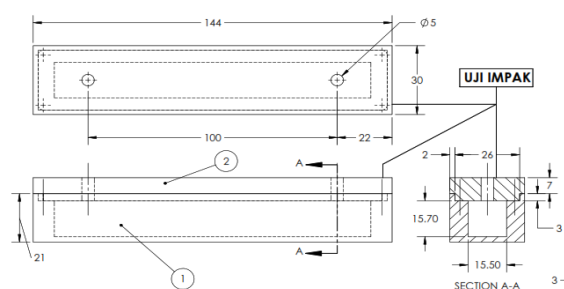
Diameter Out Hopper	5 mm
---------------------	------

(Putera, 2020)

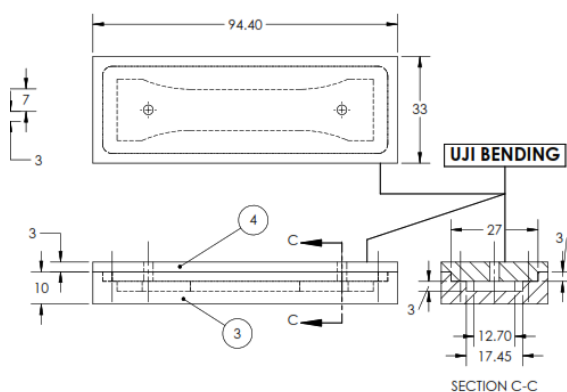
Untuk material cetakan yang digunakan aluminium seri 7075 dengan cetakan yang akan digunakan menjadi acuan yakni mengikuti standar spesimen uji tarik ASTM 3039 volume 146,7 cm³, uji impak ASTM D 6110-04 volume 48,29 cm³ dan uji bending ASTM D 695 volume 19,86 cm³.



Gambar 1 Cetakan Uji Tarik ASTM 3039



Gambar 2 Cetakan Uji Impak ASTM D 6110-04



Gambar 3 Cetakan Uji Bending ASTM D 695

Material komposit yang digunakan PPHI yang diproduksi oleh PT. Chandra Asri Petrochemical, Sedangkan Serat rami dan daun nanas diperoleh dari Malang dan Subang, Indonesia.

Tabel 2 Spesifikasi PPHI Murni Solidwork

Melt Temperature	230°C
Max Melt Temperature	280°C
Min Melt Temperature	200°C
Mold Temperature	50°C
Max Mold Temperature	80°C
Min Mold Temperature	20°C
Specific Heat	3100 J / kg K
Thermal Conductivity	0,15 W / m K
Elastic Modulus	1.350 MPa
Thermal Expansion	9,05e-0,05 1/°C

Setelah didapatkan desain terbaik yang dijadikan acuan untuk mendapatkan optimasi cetakan dengan menambahkan variasi material komposit untuk pengujian tarik, pengujian bending dan pengujian dampak akan menggunakan bahan PPHI fraksi volume 90 % akan dipadukan dengan serat rami dan daun nanas dengan fraksi volume 10% sebagai pengikat (*reinforcement*). Oleh karena itu, perlu adanya analisa paduan komposit tersebut. Pada tabel 3.

Tabel 3 Sifat Material PPHI, Serat Rami dan Serat Nanas

Sifat Material	Material		
	PPHI	Serat Rami	Serat Nanas
Massa Jenis (ρ_m) kg / m ³	953	1540	1550
Fraksi Volume (V_m) %	90	10	10
Kekuatan Tarik (σ_m) MPa	26	898,5	725
Koefisien Muai (α_m) 1/°C	0,00015	$3,8 \times 10^{-6}$	$3,6 \times 10^{-6}$
Modulus Elastisitas (E_m) MPa	911	44105	94750

Massa Jenis Material Komposit (PPHI+Serat Alam)

$$\rho_c = \rho_m V_m + \rho_f V_f \dots\dots\dots (1)$$

Kekuatan Tarik Material Komposit (PPHI+Serat Alam)

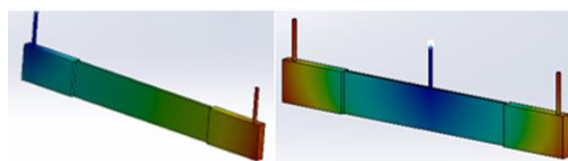
$$\sigma_c = \sigma_m V_m + \sigma_f V_f \dots\dots\dots (2)$$

Koefisien Muai Material Komposit (PPHI+Serat Alam)

$$\alpha_c = \frac{(\alpha_m E_m V_m + \alpha_f E_f V_f)}{(E_m V_m + E_f V_f)} \dots\dots\dots (3)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah diketahuinya dimensi cetakan yang akan dilakukan pengujian, maka untuk mendapatkan hasil cetakan yang optimal di buat 2 macam desain berdasarkan aliran masuknya dimana pada desain pertama aliran masuknya material terletak pada salah satu sisi spesimen dengan vent di salah satu sisinya, desain kedua aliran masuknya material terletak pada bagian tengah spesimen dengan vent di kedua sisinya dengan material yang digunakan hanya PPHI murni dapat dilihat pada gambar 4.

**Gambar 4 Desain Pertama (kiri) dan Desain Kedua (kanan) Uji Tarik**

Berdasarkan perhitungan hasil analisa software, desain pertama dipilih untuk proses pembuatan cetakan, meskipun desain pertama tidak unggul dalam *filling time* dan *pressure at end of fill* dibanding desain kedua, desain pertama unggul dalam *temperature at end of fill* dikarenakan desain pertama material mengalir hanya satu arah dibandingkan dengan desain kedua material mengalir ke dua arah sehingga dapat terjadinya turbulensi dan dapat terjadi tidak konstannya temperatur, hal ini sama terjadi pada pengujian cetakan spesimen uji dampak dan bending juga, hasil dapat dilihat dari tabel 4.

Tabel 4 Optimasi Desain Cetakan

Pengujian	Desain	Parameter		
		Fill of time (detik)	Pressure at End of fill (MPa)	Temperature at end of fill (°C)
Uji Tarik	1	3,34	26,6	235,9
	2	3,09	31,4	238,9
Uji Dampak	1	7,55	4,8	231,4
	2	8,46	7,1	215,9
Uji Bending	1	1,5	15,9	234,6
	2	1,4	14,3	220,6

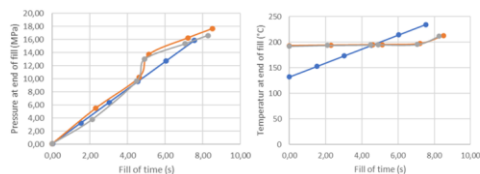
Hasil perhitungan analisis material PPHI murni, PPHI + 10% serat nanas dan PPHI + 10% serat rami dengan menggunakan dimensi cetakan uji tarik, uji dampak dan uji bending setiap material

menghasilkan *fill of time*, *pressure at end of fill* dan *temperature at end of fill* yang berbeda. Untuk material komposit PPHI dengan campuran 10% serat alam didapatkan seperti pada tabel 5.

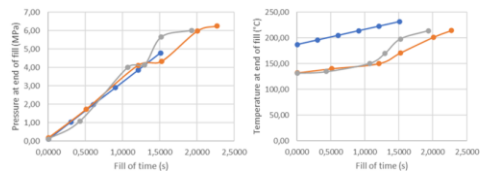
Tabel 5 Material komposit

Parameter		PPHI + Serat Rami (10%)	PPHI + Serat Nanas (10%)
Massa Jenis (kg/m ³)		1012,7	1011,7
Kekuatan Tarik (MPa)		95,9	112,85
Koefisien Muai (1/°C)		$1,544 \times 10^{-5}$	$2,6 \times 10^{-5}$

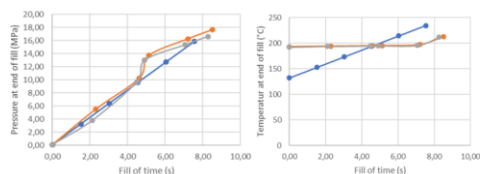
Perbandingan tekanan dan temperatur terhadap waktu pada spesimen uji tarik, uji impact dan uji bending PPHI murni, fraksi volume 10 % serat nanas dan 10% serat rami dapat dilihat pada gambar 5, gambar 6, dan gambar 7.



Gambar 5 Spesimen Uji Tarik



Gambar 6 Spesimen Uji Impact



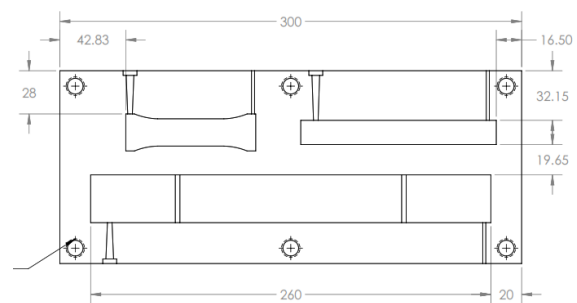
Gambar 7 Spesimen Uji Bending

Pada gambar 5 untuk pembuatan spesimen uji tarik dapat dilihat bahwa waktu yang dibutuhkan sekitar 3 – 4,5 detik komposit dapat mencapai temperatur 230°C, dan membutuhkan tekanan 28 MPa, agar komposit dapat mengisi rongga cetakan, dan Serat nanas memiliki kemampuan mampu cetak yang baik jika dibandingkan dengan serat rami, sedangkan apabila dilihat dari gambar 6 dan 7 tekanan yang dibutuhkan untuk mengisi cetakan lebih kecil dibandingkan dengan membuat spesimen uji tarik dikarenakan dilihat dari volume spesimen dan

serat yang paling optimal adalah serat rami lebih baik dalam mampu cetaknya untuk volume cetakan dibawah 50 cm³, hal ini dikarenakan koefisien muai serat rami lebih besar dibandingkan dengan serat nanas.

Sedangkan pengaruh temperatur terhadap waktu spesimen uji bending membutuhkan waktu yang cukup lama yaitu 9 detik untuk mencapai temperatur yang di capai, hal ini di karenakan tebal dinding cetakan dari permukaan cetakan sampai menuju rongga cetakan yang dirancang untuk uji bending lebih tebal dibandingkan dengan cetakan spesimen uji tarik dan impact, sehingga membutuhkan proses perpindahan panas yang cukup lama dari *heater* yang bersentuhan dengan permukaan cetakan menuju rongga cetakan.

Kapasitas *hopper* mesin *injection molding hand press* sebesar 270 cm³ dapat dibuatkan dalam satu cetakan, sehingga satu siklus proses *injection* dapat membuat tiga spesimen sekaligus dengan volume totalnya ketiganya adalah 214,85 cm³, Sehingga dibuat desain rancangan cetakan pada gambar 8.



Gambar 8 Desain Rancangan Cetakan

KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa desain satu aliran *inlet* dan satu *outlet* lebih optimal dibandingkan dengan satu inlet dan dua outlet, sedangkan dari spesifikasi kapasitas hopper pada mesin *injection molding hand press* dapat dibuatkan dalam satu cetakan untuk specimen uji tarik, uji impact dan uji bending. Sedangkan untuk parameter optimal *fill of time*, *pressure at end fill* dan *temperature at end fill* dari ketiga specimen diatas serat daun nanas memiliki *pressure* dan *temperatur at end fill* yang tinggi dibandingkan dengan serat rami yang mengakibatkan serat nanas memiliki sifat mampu cetak yang baik terutama untuk volume diatas 50 cm³.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Campo, E. A. (2006). The Complete Part Design Handbook. *The Complete Part Design Handbook*, I–XXI. <https://doi.org/10.3139/9783446412927.fm>
- [2] Foulk, J. A., Akin, D. E., & Dodd, R. B. (2000). New low cost flax fibers for composites. *SAE Technical Papers*, 724. <https://doi.org/10.4271/2000-01-1133>
- [3] Latief, A. E., Anggraeni, N. D., & Hernady, D. (2020). Karakterisasi Mekanik Komposit Matriks Polipropilena High Impact Dengan Serat Alam Acak Dengan Metode Hand Lay Up Untuk Komponen Automotive. *Jurnal Rekayasa Hijau*. <https://doi.org/10.26760/jrh.v3i3.3434>
- [4] Mardiyati. (2017). Sifat Tarik Dan Sifat Impak Komposit Polipropilena High Impact Berpenguat Serat Rami Acak Yang Dibuat Dengan Metode Injection Molding. *ITB Journal Publisher, ISSN:0852-6095*, 26(1), 8–16.
- [5] Moh. Hartono, Gumono, Wirawan, Dina Novera, Qonita Salsabilla, A. S. (2018). Karakterisasi Desain Parameter Proses Injection Molding Produk Funnel yang berkualitas. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Terapan*, 6, 40–46.
- [6] Moh.Hartono, Praktikno, Purnomo B.santoso, S. (2020). Optimization on the Injection Molding Propypopylene Parameters Using Central Composite Design for Minimizing Defects. *Journal Of Southwest Jiaotong University*, 55(2), 322–330. <https://doi.org/10.1152/ajplegacy.1929.89.2.322>
- [7] Putera, I. (2020). *Perancangan Produk dan Analisis Mesin Injection Handpress dengan Mennggunakan Software Solidwork*. Institut Teknologi Nasional Bandung.
- [8] Sulaiman, M., Islam, U., & Rahmat, R. (2018). Kajian Potensi Pengembangan Material Komposit Polimer dengan Serat Alam Untuk Produk Otomotif. *Seminar Nasional Teknik Mesin, November*.
- [9] Waluyo, R., Ahmad, A. R., Pramono, G. E., & Fahrulrizal, F. (2020). Perancangan dan Analisis Kekuatan Rangka Cetakan Komposit Kayu-Plastik Menggunakan Finite Element Analysis. *JTERA (Jurnal Teknologi Rekayasa)*, 5(1), 63. <https://doi.org/10.31544/jtera.v5.i1.2019.63-72>