

MODIFIKASI MEKANISME *EJECTING* PRODUK PADA *DIES* *COMPRESSION MOLDING*

Muslimin¹⁾, Hasvienda M. Ridlwan¹⁾, Rosidi¹⁾, Bayu Pambudi¹⁾, Dhiya Luqyana¹⁾

¹⁾Program Studi Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425
E-mail: muslimin@mesin.pnj.ac.id

Abstract

Modifying the ejecting system dies mechanism of the compression molding process to facilitate the removal of the product from the mold. The ejection process of compression molding products from natural fiber composite materials often fails due to inappropriate mechanisms such as dies tilt angles and non-standard ejector systems. This tool aims to produce a compact and optimal design of the product ejection mechanism from the cavity without consuming a lot of costs. The method uses generic principles of product development, namely identification of needs, creation and selection of concepts, and analysis of the dies system and components. This research results in a compression molding design equipped with a product ejection system from the mold.

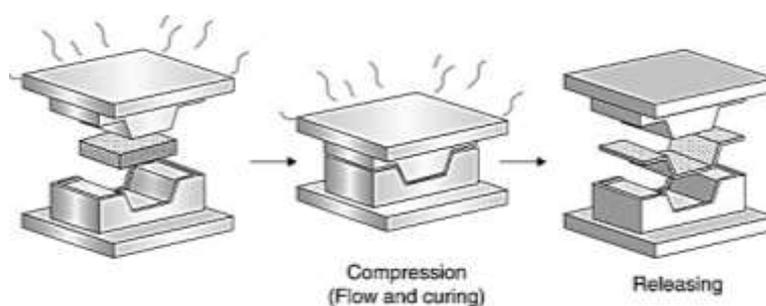
Keywords: *Ejecting, Compression, Molding*

PENDAHULUAN

Compression molding adalah teknik yang digunakan dalam pemrosesan material yang paling umum untuk membuat produk komposit plastik dan polimer (D. De Wayne Howell and S. Fukumoto, 2014) (R. Daniel and Muslimin, 2019). Teknik ini merupakan salah satu tipe *molding* yang terdiri dari pemanasan *thermoset* resin yang dilakukan di bawah tekanan yang berat. Pemanasan dilakukan didalam ruang tertutup pada rongga cetakan. Material kemudian akan mengeras mengikuti bentuk cetakan yang telah didesain sebelumnya. Setelah cukup dingin dan kuat, produk dikeluarkan dari cetakan dan siklusnya selesai meskipun reaksi pengawetan masih tetap berlanjut sampai dengan kondisi ambien atau suhu ruang.

Mesin *Compression Molding* adalah sebuah perangkat alat yang digunakan untuk mencetak produk menggunakan penekanan dan pemanasan (M. T. Yogatama and S. Prasetya, 2019). Proses dasar pembentukan produk pada mesin *Compression Molding* ialah dengan memanaskan *charge* (campuran bahan resin dan penguat) dengan suhu tertentu didalam ruang antara *core* dan *cavity* yang ditutup dan ditekan dengan tekanan tertentu hingga bahan menyatu. Setelah *charge* mencapai suhu ruangan, maka produk dapat dikeluarkan dan selesai dibuat (M Arief, M Muslimin, 2019). Proses kompresi

pada mesin *Compression Molding* berlangsung dengan gerakan naik dan turun pada sumbu vertikal. Terdapat dua jenis kompresi pada *Compression Molding* menurut arah datangnya kompresi, yaitu *upstroke*, jenis mesin *Compression Molding* yang gaya tekannya berasal dari bawah sehingga *cavity* bergerak dari bawah ke atas terdorong oleh batang hidrolik, sedangkan *downstroke*, yaitu jenis mesin *Compression Molding* yang gaya tekannya berasal dari atas, sehingga *core* bergerak dari atas ke bawah untuk menekan *cavity* (U. Hasanah and M. Muslimin, 2020). Gambar skema komponen utama dari mesin *Compression Molding* ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Compression Molding

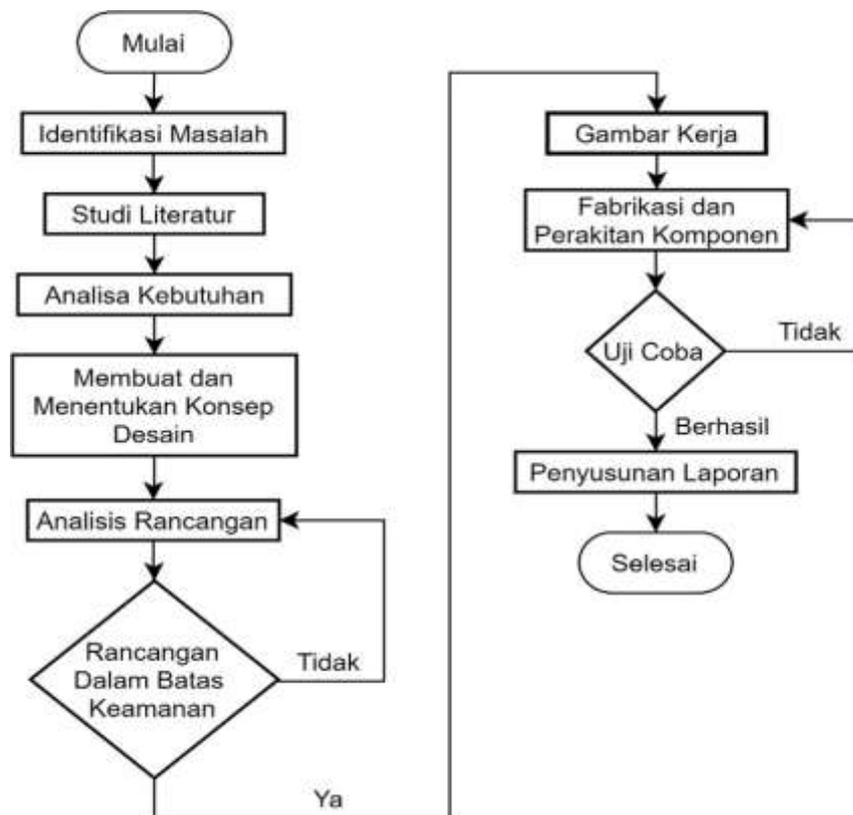
Mold (cetakan) merupakan suatu perangkat alat yang digunakan untuk menghasilkan detail bentuk dan dimensi kepada produk yang akan dihasilkan. Bentuk *mold* akan memiliki ukuran dan bentuk yang apabila diaplikasikan pada saat proses *molding* akan menghasilkan produk dengan detail yang sama persis dengan bentuk *mold*-nya (R. Daniel and Muslimin, 2019). Sebagian besar *mold* pada dasarnya terdiri dari dua bagian yang membuka dan menutup. Setengah bagian dari *mold* biasa disebut *force*, *plunger*, atau *core*, bagian ini dikenal juga sebagai bagian *male* pada *mold* karena bertugas membentuk kontur bagian dalam pada produk. Setengah bagian lainnya pada *mold* disebut *cavity*, bagian ini merupakan bagian *female* pada *mold* karena berfungsi membentuk kontur bagian luar produk (M Arief, M Muslimin, 2019).

Ejecting System pada *compression molding* adalah suatu mekanisme yang terdiri dari beberapa komponen yang akan saling terhubung dalam fungsinya masing-masing untuk menghasilkan gerakan yang berperan untuk mengeluarkan produk dari cetakan *mold* tanpa merusak produk yang telah selesai dicetak.

Penelitian ini bertujuan untuk mempermudah proses pengeluaran produk ejection molding berbahan komposit serat alam sehingga waktu lebih cepat dan potensi merusak produk hasil cetak minimal.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini dimulai dengan menentukan dan mengidentifikasi masalah yang terdapat pada desain mesin *compression molding* yaitu *ejecting system* untuk mengeluarkan produk dari cetakan yang kurang baik. Langkah selanjutnya adalah membangun konsep-konsep desain, yaitu akan dibuat sebanyak tiga alternatif desain dan dipilih satu alternative terbaik dengan mengkombinasikan kelebihan-kelebihan dari masing-masing alternatif. Tahap selanjutnya adalah membuat rancangan sekaligus melakukan analisa pada alat yang dirancang untuk menghasilkan rancangan yang aman, efektif, dan efisien. Modifikasi mekanisme *ejecting* produk pada *dies compression molding* menggunakan metode yang terdapat pada diagram alir sebagaimana Gambar 2 :



Gambar 2. Diagram Alir Metode Perancangan

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Identifikasi Kebutuhan (*Needs*)

Langkah awal dalam pembuatan rancangan Mold dan Ejecting system-nya adalah dilakukannya identifikasi kebutuhan konsumen. Identifikasi dilakukan untuk menciptakan hasil yang valid antara pengguna dan perancang atau perusahaan yang melakukan pengembangan produk. Berikut merupakan aspek yang harus diperhatikan dalam merancang desain Mekanisme Ejecting Produk pada Dies Compression Molding.

Tabel 1.
Matriks kebutuhan dan kepentingan

No	Kebutuhan	Kepentingan
1	Fungsi	5
2	Mudah dalam Perawatan	3
3	Ergonomi	4
4	Kuat Menahan Beban	4
5	Mudah Digunakan	4
6	Biaya Operasional	3

B. Membangun dan memilih Konsep Alternatif Desain

Konsep desain rancangan yang dibuat terdiri dari tiga alternatif desain dengan kelebihan dan kekurangan pada spesifikasi desain yang dibuat. Berikut merupakan konsep desain rancangan yang dibuat.

Alternatif Desain 1

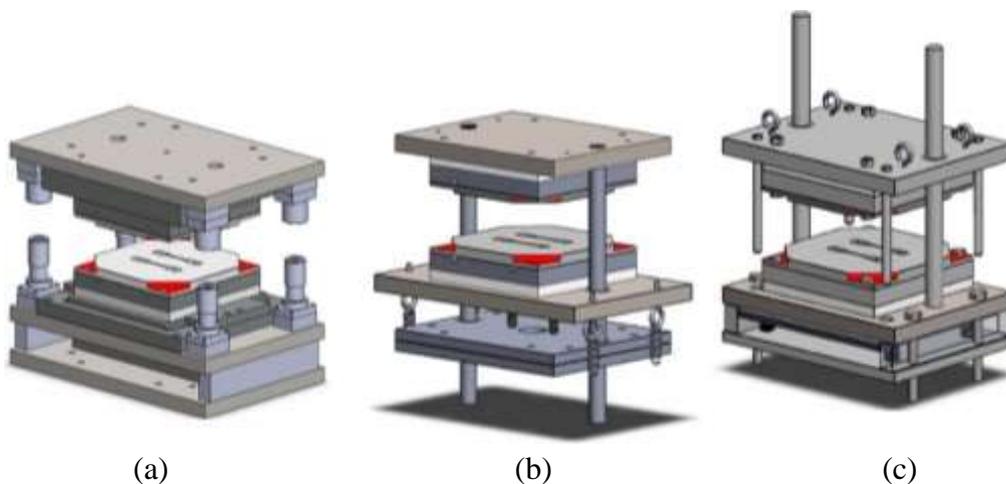
Desain pada alternatif pertama merupakan *mold* tipe *downstroke*. Kelebihan dari desain alternatif ini adalah perawatan yang lebih mudah, karena pada bagian antara *moving plate* dengan bagian *fix plate* tidak terdapat *alignment pillar* yang menghubungkan kedua bagian tersebut, sehingga memudahkan tangan operator dalam melakukan perawatan, pembersihan, maupun perbaikan. Adanya guide pin juga membuat proses pencetakan lebih presisi. Kekurangan dari desain ini adalah part yang dibuat cukup banyak sehingga menambah biaya pembuatan. Desain alternatif 1 ditunjukkan pada Gambar 3 (a)

Alternatif Desain 2

Pada alternatif desain kedua ini menggunakan sistem *upstroke* mengacu pada Patent US4515543 (James R. Hamner, 1985) dan US3670066 (Emery I. Valyi, 2010). Kelebihan desain ini adalah terdapat *Alignment pillar* yang membuat *fix plate* dan *moving plate* tetap pada satu sumbu sehingga proses penekanan lebih presisi, *Part* yang dibuat pada *ejecting system* juga tidak banyak. Kekurangan desain ini adalah memerlukan biaya tambahan dan perhitungan ulang untuk mengubah struktur rangka karena posisi silinder hidrolik pada alternatif desain kedua ini berada dibawah. Kerja hidrolik juga lebih berat karena menahan beban tambahan dari berat komponen *mold* itu sendiri. Desain alternatif 2 ditunjukkan pada Gambar 3 (b).

Alternatif Desain 3

Desain ini merupakan mold tipe *downstroke* mengacu pada Patent US 20090039556A1 (Hidetsugu Sawada et.al, 2009). Kelebihan desain ini adalah tidak dibutuhkan biaya tambahan untuk merubah struktur rangka. Desain penambahan *ejecting system* dapat dibuat dengan memanfaatkan ruang yang tersedia pada rangka tanpa harus merubah struktur rangka yang sudah pernah dibuat sebelumnya. Adanya *Alignment pillar* membuat *fix plate* dan *moving plate* tetap pada satu sumbu sehingga proses penekanan lebih presisi. Kekurangan dari desain ini adalah Panjang langkah *ejector pin* terbatas pada jarak saat pertama kali *compression molding* dalam kondisi normal. Desain alternatif 3 ditunjukkan pada Gambar 3 (c).



Gambar 3. (a) Alternatif Desain 1, (b) Alternatif desain 2, (c) Alternatif desain 3

C. Pemilihan Konsep

Berdasarkan ketiga alternatif desain yang telah dibuat, maka dipilih desain yang paling sesuai dengan kebutuhan. Pemilihan konsep dilakukan dengan melalui dua tahapan, yaitu :

1. Proses seleksi penyaringan konsep alternatif desain dengan metode penilaian screening,
2. Pemilihan konsep berdasarkan uraian kebutuhan dengan metode penilaian scoring.

Untuk mempersempit pilihan, maka dilakukan penyaringan konsep alternatif desain dengan melakukan seleksi penilaian pada ketiga alternatif yang telah dibuat. Seleksi konsep dilakukan untuk mengeleminasi tiga alternatif rancangan *mold*, sehingga menghasilkan 2 alternatif desain yang dapat ditingkatkan serta sesuai dengan kebutuhan konsumen. Tabel seleksi konsep ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2
Metode *scoring* untuk pemilihan desain 3

No	Kriteria Seleksi	Alternatif Desain		
		1	2	3
1	Kemudahan Pengoperasian	0	+	0
2	Kemudahan Mekanisme	0	+	+
3	Kemudahan Perawatan	+	0	0
4	Kemudahan Proses Manufaktur	+	-	+
5	<i>Cost</i>	0	-	+
Jumlah nilai (+)		2	2	3
Jumlah nilai (-)		0	2	0
Jumlah nilai (0)		3	1	2
Total Nilai		2	0	3
Peringkat		2	3	1
Lanjutkan		YA	TIDAK	YA

Keterangan :

Bobot Nilai (+) = 1 (Baik)

Bobot Nilai (0) = 0 (Biasa Saja)

Bobot Nilai (-) = -1 (Kurang Baik)

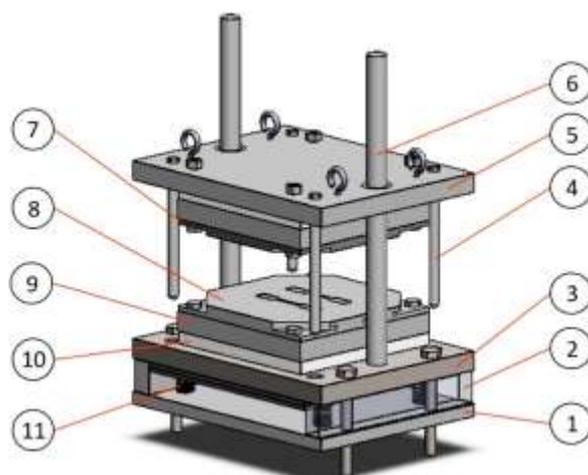
Berdasarkan hasil seleksi konsep diatas, terpilih dua alternatif yaitu alternatif 1 dan alternatif 3 untuk diperbaiki dan dilakukan penilaian konsep.

Terdapat dua konsep yang telah tersaring pada tahap penyaringan konsep. Hasil yang didapatkan dari proses penyaringan konsep kemudian diberikan bobot kepentingan relatif pada setiap kriteria seleksi. Penilaian konsep ditunjukkan pada Tabel 3 dibawah ini.

Tabel 3
Metode *scoring* untuk pemilihan desain 3

No.	Kriteria Seleksi	Bobot (%)	Design Kousep			
			1		3	
			Nilai	Bobot Nilai	Nilai	Bobot Nilai
1	Kemudahan Pengoperasian	25	4	1	3	0,75
2	Kemudahan Mekanisme	15	5	0,75	4	0,6
3	Kemudahan Perawatan	10	4	0,4	3	0,3
4	Kemudahan Proses Manufaktur	25	2	0,5	4	1
5	Cost	25	2	0,5	4	1
Total			3,15		3,65	
Peringkat			2		1	
Kesiapan Konsep			TIDAK		YA	

Dengan telah melakukan pemilihan dari ketiga alternatif desain yang ada yaitu dengan menggunakan metode *screening* dan *scoring* serta telah mempertimbangkan segala kelebihan dan kekurangannya, maka telah terpilih satu desain yang akan menjadi desain akhir yaitu alternatif desain nomor 3 seperti ditunjukkan pada gambar yang di sempurnakan (Gambar 4)



Komponen :

1. Base Plate
2. Spacer Block
3. *bottom Plate*
4. Pin Pendorong
5. Top Plate
6. Alignment Pillar
7. *Core*
8. Cavity
9. Base Heater
10. Insulating Plate
11. Ejector Spring

Gambar 4. Desain Modifikasi Mekanisme *Ejecting* Produk Pada *Dies Compression Molding*

SIMPULAN

Setelah dilakukan penyaringan dan penilaian konsep pada ketiga alternatif desain, telah didapatkan desain terpilih mesin hasil optimasi dengan sistem pengeluaran produk dengan dimensi core 260 x 260 x 20 mm, dan cavity dengan dimensi core 260 x 260 x 20 mm berbentuk spesimen uji tarik sesuai standard ASTM D638-4.

DAFTAR PUSTAKA

- D. De Wayne Howell and S. Fukumoto, (2014). Compression molding of long chopped fiber thermoplastic composites. *CAMX 2014 - Compos. Adv. Mater. Expo Comb. Strength. Unsurpassed Innov.*
- Emery I. Valyi (2010). Method of Compression Molding a Thermoplastic Article With Walls of Variable Thickness US3670066.
- James R. Hamner (1985). In-Mold Coating Part Ejection System US4515543.
- Hidetsugu Sawada, S. Ohya, Kousuke Arai, Kouichi Kudo, and K. Kudo (2009). Thermoforming Method For Thermoforming Sheet And Thermoforming Apparatus US 20090039556A1.
- M Arief, M Muslimin (2019). Rancang Bangun Mesin Compression Molding untuk Material Biokomposit Bagian 2: Mold Pencetak Produk Biokomposit. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta* pp. 734–742.
- M. T. Yogatama and S. Prasetya (2019). Desain Sistem Pemanas Compression Molding untuk Biokomposit. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta*, pp. 59–67.
- R. Daniel and Muslimin (2019). Desain Mekanisme Penggerak Compression Molding untuk Biokomposit. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta*, pp. 717–726.
- U. Hasanah and M. Muslimin (2020). Pengaruh Tekanan Compression Moulding terhadap Kinerja Pelat Bipolar Komposit Grafit/Resin Epoksi Komposisi 20% Karbon Tempurung Kelapa. *J. Mek. Terap.*, vol. 1, no. 1, pp. 71–80.