

Proses Manufaktur Cetakan Souvenir Ikatan Alumni Polman Timah-Bangka Belitung Berbasis CNC Milling

Garo Apero.M¹, Nanda Pranandita*², Boy Rollastin³

^{1,2,3}Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

e-mail: ¹garoapero@gmail.com, ²nda.akano@gmail.com

Abstrak: Meningkatnya permintaan terhadap produk souvenir sebagai media identitas organisasi mendorong dilakukannya penelitian ini. Tujuan penelitian ini untuk membuat cetakan souvenir gantungan kunci berlogo Ikatan Alumni Polman Timah–Bangka Belitung. Metode yang digunakan yaitu metode eksperimental. Proses manufaktur dilakukan menggunakan mesin CNC Milling Lagun MC-750, sedangkan simulasi pemesinan berbasis SolidWorks CAM Student Version 2020. Software tersebut digunakan untuk menghasilkan luaran berupa G-Code. Proses manufaktur cetakan berhasil membuat cetakan souvenir dengan dimensi 100 mm x 85 mm dengan ketebalan 30 mm, sesuai dengan rancangan. Pengujian fungsi cetakan dilakukan secara manual menggunakan metode gravity casting. Hasil pengujian dengan menggunakan material souvenir plastik PET yang dicairkan pada suhu 250 °C, 255 °C, 260 °C, dan suhu pada cetakan 240 °C, 245 °C, 250 °C belum menghasilkan produk jadi secara optimal. Hal ini dikarenakan cetakan dirancang khusus untuk proses pencetakan menggunakan sistem mini injection molding

Kata Kunci: Aluminium 6061, CNC, Cetakan Souvenir

Abstract: The increasing demand for souvenir products as a medium of organizational identity encouraged this research. The purpose of this research is to make a souvenir mold for a key chain bearing the logo of the Polman Timah Alumni Association–Bangka Belitung. The method used is an experimental method. The manufacturing process is carried out using a CNC Milling machine Lagun MC-750, while the machining simulation is based on SolidWorks CAM Student Version 2020. The software is used to produce output in the form of G-Code. The mold manufacturing process succeeded in producing a souvenir mold with dimensions of 100 mm x 85 mm with a thickness of 30 mm, according to the design. Mold function testing was carried out manually using the gravity casting method. The results of testing using PET plastic souvenir material melted at temperatures of 250°C, 255°C, 260°C, and temperatures in the mold of 240°C, 245°C, 250°C have not produced an optimal finished product. This is because the mold is specifically designed for the molding process using a mini injection molding system

Keywords: Aluminum 6061, CNC, Souvenir Mold

Souvenir merupakan produk khas yang biasanya digunakan sebagai kenang-kenangan atau buah tangan dari suatu daerah, instansi, komunitas, organisasi, maupun lembaga tertentu. Permintaan terhadap souvenir yang memiliki keunikan dan kualitas tinggi terus mengalami peningkatan, terutama pada sektor pariwisata dan penyelenggaraan acara. Berdasarkan laporan *Straits Research* (Vrushali Bothare., 2025), pasar global untuk produk souvenir, hadiah, dan novelty diproyeksikan meningkat dari USD 13,79 miliar pada tahun 2024 menjadi sekitar USD 19,4 miliar pada tahun 2033, dengan laju pertumbuhan tahunan gabungan (CAGR) sebesar 3,9%. Pertumbuhan ini menunjukkan bahwa produk souvenir memiliki potensi ekonomi yang besar, sekaligus berperan penting sebagai media promosi dan identitas organisasi.

Salah satu organisasi yang dapat memanfaatkan peluang tersebut adalah Ikatan Alumni Polman Timah-Bangka Belitung, sebuah wadah bagi para lulusan Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung. Organisasi ini berfungsi sebagai penghubung antara alumni dan almamater serta mempererat hubungan antara dunia pendidikan vokasi dan industri. Untuk memperkuat identitas dan memperluas pengenalan organisasi, diperlukan simbol yang mampu merepresentasikan kebanggaan dan jati diri bersama. Salah satu bentuk representasi tersebut adalah souvenir berupa gantungan kunci dengan logo organisasi. Selain berfungsi sebagai kenang-kenangan, souvenir ini juga memiliki nilai simbolis yang dapat mempererat hubungan dan rasa kebersamaan antaralumni.

Dalam proses pembuatan souvenir, cetakan menjadi salah satu komponen penting karena berfungsi sebagai media pembentuk produk dengan bentuk, ukuran, dan detail tertentu sesuai kebutuhan. Cetakan digunakan dalam berbagai proses produksi seperti pengecoran logam, *injection molding*, maupun *thermoforming*, terutama pada pembuatan produk massal yang memerlukan keseragaman tinggi (F. Firmansyah, et al., 2023). Meski demikian, penggunaan cetakan juga memiliki beberapa keterbatasan, seperti umur pakai yang terbatas, terutama pada proses bertekanan tinggi, biaya pembuatan yang cukup besar untuk produksi skala kecil, serta kebutuhan perawatan berkala agar kualitas hasil tetap terjaga. Kualitas cetakan sendiri sangat berpengaruh terhadap hasil akhir produk, baik dari segi ketepatan dimensi maupun penampilan visualnya. Oleh karena itu, proses pembuatan cetakan memerlukan ketelitian dan perencanaan yang matang, mulai dari desain, pemilihan material, hingga metode manufaktur yang diterapkan.

Sebagai langkah untuk meningkatkan kualitas cetakan, pemilihan proses manufaktur yang tepat, seperti penggunaan teknologi *CNC machining*, menjadi solusi yang efektif dan relevan. Teknologi ini mampu menghasilkan cetakan dengan tingkat presisi yang tinggi, sehingga dapat mengurangi kesalahan produksi, menekan cacat produk, dan mempercepat waktu proses manufaktur (H. S. Pramono & Eko Prianto. 2017). Dengan sistem kontrol komputer yang akurat, *CNC machining* memungkinkan pembuatan cetakan dengan bentuk yang lebih kompleks, detail, dan seragam, yang sangat dibutuhkan dalam industri kreatif.

Selain meningkatkan kualitas produk, penerapan *CNC machining* juga memperkuat daya saing pelaku industri kreatif dalam menghasilkan souvenir bernilai jual tinggi, khususnya bila dikombinasikan dengan konsep *branding* berbasis kearifan local (Koniherawati, G, at al., 2024). Di sisi lain, penerapan teknologi manufaktur modern ini juga sangat penting di lingkungan akademik, seperti di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung. Implementasinya diharapkan dapat memperkaya pengalaman belajar mahasiswa dalam bidang teknik manufaktur, mendorong inovasi produk, serta menumbuhkan keterampilan berbasis industri 4.0 yang mendukung pengembangan industri kreatif nasional (M. Alifur Rahman, et al., 2014).

METODE

Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimen melalui proses manufaktur dan pengujian menggunakan sistem Gravity Casting. Metode ini dilakukan dengan cara menuangkan material limbah plastik Polyethylene Terephthalate (PET) yang telah dicairkan secara langsung ke dalam cetakan guna memperoleh gambaran awal mengenai performa cetakan yang dihasilkan. Desain cetakan terdiri atas dua bagian utama, yaitu core dan cavity, yang masing-masing berukuran 85 mm × 85 mm dengan ketebalan 30 mm, menggunakan material Aluminium 6061. Adapun Tahapan penelitian ini sebagai berikut.

Rencana Penelitian

Tahapan perencanaan dalam penelitian ini meliputi perencanaan proses melalui simulasi pemesinan menggunakan perangkat lunak CAM pada *SolidWorks Student Version 2020*. Desain cetakan yang telah dibuat dianalisis untuk menentukan jalur pahat (*toolpath*) dengan strategi pemotongan yang paling efisien dan aman, dengan mempertimbangkan jenis pahat, kecepatan pemotongan, serta lintasan gerak pahat guna meminimalkan kesalahan selama proses manufaktur. Setelah hasil simulasi dinyatakan optimal, dilakukan pembuatan *G-Code* sebagai instruksi otomatis bagi mesin CNC Milling berdasarkan hasil analisis tersebut. *G-Code* kemudian di input pada mesin CNC Milling Lagun MC-750 untuk melakukan proses pemesinan material Aluminium 6061 sesuai desain cetakan. Selama proses berlangsung, dilakukan pengawasan terhadap dimensi dan kualitas hasil pemesinan agar cetakan yang dihasilkan sesuai dengan spesifikasi desain serta dapat digunakan secara presisi dan efisien pada tahap produksi berikutnya.

Persiapan Alat dan Bahan

Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi laptop, jangka sorong, timbangan digital, dan thermogun industri. Adapun jenis cutter yang digunakan antara lain flat end mill berdiameter 8 mm, face mill 50 mm, ball end mill 2 mm, single lip 90° berdiameter 10 mm, serta drill berukuran 6 mm. Seluruh cutter tersebut terbuat dari material carbide karena memiliki karakteristik kekerasan tinggi, ketahanan aus yang baik, serta kestabilan ketajaman pada suhu tinggi. Sifat-sifat tersebut menjadikan carbide cutter sesuai digunakan untuk proses pemesinan berkecepatan tinggi maupun pada material dengan tingkat kekerasan tinggi seperti baja tahan karat dan logam paduan (A. Vornberger & A. Michealis. 2020).

Bahan

Aluminium 6061

Bahan cetakan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Aluminium 6061. Material ini dipilih karena memiliki kekuatan mekanik yang tinggi, ketahanan korosi yang baik, serta konduktivitas termal yang optimal, sehingga sangat cocok digunakan untuk pembuatan cetakan pada proses *injection molding plastic* (Jatira, et al.). Komposisi kimia dari paduan Aluminium 6061 secara umum dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Paduan Kimia Aluminium 6061

KOMPOSISI KIMIA	NILAI	SATUAN
Aluminium (Al)	95.65 - 98.65	%
Magnesium (Mg)	0.65 - 1.05	%
Silikon (Si)	0.25 - 0.7	%
Tembaga (Cu)	0.15 - 0.6	%
Mangan (Mn)	≤ 0.15	%
Kromium (Cr) %	0.15 - 0.25	%
Besi (Fe)	≤ 0.35	%

Stainless steel SUS440C

Material stainless steel SUS440C dipilih sebagai bahan pembuatan *guide pin* karena setelah melalui proses perlakuan panas, material ini memiliki tingkat kekerasan 58–60 HRC, ketahanan korosi yang tinggi, serta mampu menjaga keselarasan cetakan meskipun dalam kondisi lembap. Umumnya, bagian kepala *guide pin* dilunakkan melalui proses *annealing*, sementara bagian batangnya dikeraskan untuk meningkatkan ketahanan terhadap keausan. Dengan karakteristik tersebut, SUS440C memiliki keunggulan dibandingkan material lain seperti SKH51 dan SKD61, terutama dalam hal daya tahan serta performa jangka Panjang (Misumi).

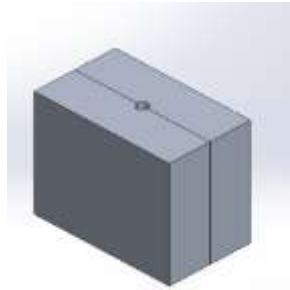
Polyethylene Terephthalate

Selain itu, bahan yang digunakan dalam pengujian penelitian ini adalah plastik. Plastik merupakan polimer hidrokarbon yang sulit terurai secara alami sehingga memerlukan penanganan dan pengelolaan khusus (Trisunaryanti.2018). Salah satu jenis plastik yang digunakan adalah Polyethylene Terephthalate (PET), yaitu plastik termoplastik yang ringan, kuat, transparan, serta memiliki ketahanan tinggi terhadap gas dan kelembapan. Meskipun tingkat penggunaannya sangat tinggi dan berpotensi menimbulkan pencemaran lingkungan, PET memiliki sifat dapat didaur ulang karena mampu dilelehkan pada suhu 250–260°C, sehingga limbahnya dapat dimanfaatkan kembali menjadi produk dengan nilai ekonomis (F. Khumaini, Lucky M, Nuryosuwito & Rhohman. 2020). Pemanfaatan limbah plastik PET ini menjadi salah satu pendekatan inovatif yang mengintegrasikan teknologi pengelolaan limbah dengan proses manufaktur modern, guna menghasilkan produk berkualitas sekaligus mendukung penerapan prinsip keberlanjutan lingkungan (Badruzzaman, F. Dionisius, Rachmatullah, Dan R. Maula. 2023). Karakteristik dari plastik jenis PET dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Karakteristik Plastik Jenis PET

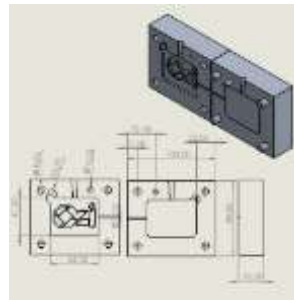
No.	Indikator	Nilai
1.	Temperatur leleh	70 °C -80 °C
2.	Temperatur lebur	200 °C-260 °C
3.	Kepadatan	1,38 gr/cm3
4.	Jenis Kalor	3,472 j/kg

Proses Manufaktur Rancangan



Gambar 1. Rancangan Cetakan

Gambar 1 menunjukkan rancangan cetakan souvenir Ikatan Alumni Polman Timah – Bangka Belitung yang terdiri atas dua komponen utama, yaitu *core* dan *cavity*. Lubang saluran (*runner system*) ditempatkan pada bagian cetakan atas yang terintegrasi dengan kedua komponen tersebut. Cetakan memiliki dimensi 85 mm × 85 mm dengan ketebalan 30 mm, sedangkan spesifikasi detailnya disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Spesifikasi Dimensi Cetakan

Proses Pemesinan

Proses pembuatan cetakan dilakukan melalui beberapa tahapan pemesinan dengan memanfaatkan berbagai peralatan, antara lain mesin gergaji potong DoAL Model C-916, mesin milling Fehlman P18S, serta mesin CNC Milling Lagun MC-750. Sebelum proses pemesinan pada mesin CNC dilakukan, perlu diperhatikan sejumlah parameter penting seperti kecepatan pemotongan, *feed rate*, kedalaman pemakanan, dan kecepatan putaran *spindle*. Penentuan parameter tersebut harus disesuaikan dengan jenis material benda kerja serta diameter *cutter* yang digunakan. Adapun proses Pemotongan Bakal Cetakan dijelaskan pada gambar, perataan sisi cetakan dan pembuatan cetakan di mesin CNC Milling dijelas pada gambar 3.



a)



b)



c)

Gambar 3. a) Pemotongan Bakal Cetakan b) Perataan Sisi Cetakan c) pembuatan cetakan di Mesin CNC Milling

Proses Manufaktur Cetakan Souvenir Ikatan Alumni Polman Timah-Bangka Belitung Berbasis CNC Milling.....

Parameter Pemesinan

Dalam proses pemesinan menggunakan mesin CNC milling, terdapat sejumlah parameter yang berperan penting dalam menentukan kualitas hasil akhir benda kerja. Beberapa diantara parameter yang harus diperhatikan yaitu kedalaman pemakanan (a), kecepatan pemotongan (vc), kecepatan putaran mesin (Rpm) dan Feedrate (Vf).

1. Kedalaman Pemakanan (a)

Kedalaman potong (depth of cut) merupakan selisih antara ketebalan awal dan ketebalan akhir benda kerja, yang berfungsi sebagai salah satu parameter utama dalam proses pemesinan (M. Syahbilla. 2023). Parameter ini berpengaruh langsung terhadap laju pemotongan, gaya pemesinan, serta kualitas permukaan hasil akhir. Adapun rumus untuk menghitung kedalaman pemotongan (a) adalah sebagai berikut:

$$a = \frac{d_0 - d_m}{2} \tag{1}$$

Keterangan:

- a = Kedalamam pemakanan (mm)
- d0 = Diameter awal (mm)
- dm = Diameter akhir (mm)

kedalaman pemakanan Pocket:

$$a = \frac{30 - 27}{2} = 1,5 \text{ mm}$$

kedalaman pemakanan Profile:

$$a = \frac{27 - 25,5}{2} = 0,75 \text{ mm}$$

kedalaman pemakanan Facing:

$$a = \frac{35 - 30}{2} = 2,5 \text{ mm}$$

Dari perhitungan diatas didapat hasil kedalaman pemakanan ke tiga proses pada CNC milling yaitu pocket 1,5 mm, profil 0,75 mm dan facing 2,5 mm.

2. Kecepatan Pemotongan (vc)

Kecepatan potong (cutting speed) merupakan parameter yang menentukan laju kontak antara permukaan benda kerja dengan pahat selama proses pemesinan berlangsung. Nilai kecepatan potong dihitung berdasarkan hasil perkalian antara keliling benda kerja dan jumlah putaran spindle per menit, kemudian disesuaikan dengan jenis material cetakan serta material pahat yang digunakan (M. Syahbilla. 2023). Data referensi mengenai nilai kecepatan pemotongan dapat dilihat pada Tabel 2.3. Tabel 2. 3 Tabel Kecepatan Pemotongan

Bahan	Cutter Frais HSS		Cutter Frais Karbida	
	m/min	f/min	m/min	f/min
Baja lunak	18-21	60-70	30-250	100-800
Besi Tuang	14-17	45-55	45-150	150-500
Perunggu	21-24	70-80	90-200	300-700
Tembaga	45-90	150-300	150-450	500-1500
Kuningan	30-120	100-400	120-300	400-1000
Alumunium	90-150	300-500	90-180	- 600

3. Kecepatan Putaran Mesin (Rpm)

Kecepatan putaran mesin (Revolutions per Minute atau Rpm) merupakan jumlah putaran mata potong per menit pada mesin CNC Milling. Nilai ini menjadi parameter penting yang memengaruhi hasil pemotongan serta umur pahat, dan penentuannya harus disesuaikan dengan diameter mata potong yang digunakan (M. Syahbilla. 2023). Adapun rumus untuk menghitung kecepatan putaran mesin (Rpm) adalah sebagai berikut:

$$n = \frac{1000.Cs}{\pi.d} \quad (2)$$

Keterangan :

Cs = Cutting Speed (meter/ menit)

π = Nilai konstanta (3,14)

d = Diameter mata potong (mm)

n = Putaran mesin (Rpm)

1. Cutter flat end mill 8 mm

$$n = \frac{1000.135}{3,14 \cdot 8} = 5.374 \text{ Rpm}$$

2. Cutter flat end mill 4 mm

$$n = \frac{1000.135}{3,14 \cdot 4} = 10.784 \text{ Rpm}$$

a. Drill Cutter 6 mm

$$n = \frac{1000.135}{3,14 \cdot 6} = 7.165 \text{ Rpm}$$

b. Single lip 90 ° 10 mm

$$n = \frac{1000.135}{3,14 \cdot 10} = 4.299 \text{ Rpm}$$

c. Ball End Mill 2 mm

$$n = \frac{1000.135}{3,14 \cdot 2} = 21.496 \text{ Rpm}$$

Dari perhitungan diatas didapat hasil kecepatan putaran mesin (Rpm) pada CNC milling yaitu pada cutter flat end mill 8 mm 5.374 Rpm, flat end mill 4 mm 10.784 Rpm, drill cutter 6 mm 7.165 Rpm, Single lip 90° 10 mm 4.299 Rpm dan Ball End Mill 2 mm 21.496 Rpm. Penggunaan kecepatan putaran mesin (Rpm) ini juga harus disesuaikan dengan kemampuan mesin CNC milling yang digunakan.

3. feed rate (Vf)

Feed rate adalah kecepatan gerak alat potong terhadap permukaan benda kerja selama proses pemesinan, dinyatakan dalam milimeter per menit (mm/menit). Nilainya dipengaruhi oleh jumlah gigi pahat, pemakanan per gigi, dan kecepatan putaran spindle (F. H. Mulyadi, Zulhendri, Asmed & Aidil Zamri. 2023). Penentuan feed rate harus tepat, karena nilai yang terlalu tinggi dapat mempercepat keausan pahat dan menurunkan kualitas hasil pemesinan (M. Diki, G.E. Pramono & Y.S. Gaoz.2020). Nilai feed per tooth tercantum pada Tabel 2.4, dengan rumus perhitungan feed rate (Vf) sebagai berikut:

Tabel 2. 4 Tabel Feed per tooth

Material	End mill Face Cutting Depth Max 6 mm			Shell End Mill Face Mill	Form Cutter	Slotting & Side Mill
	<12	12-25	>25			
Diameter				>40	-	-
Plain carbon steel	0.025	0.075	0.1	0.1-0.3	0.125	0.05-0.2
Alloy steel	0.025	0.05	0.075	0.1-0.3	0.1	0.05-0.2
Tool Steel CS 18-25 m/min	0.025	0.05	0.05	0.075-0.25	0.1	0.05-0.15
Tool Steel CS 05-17 m/min	0.025	0.05	0.05	0.075-0.2	0.075	0.05-0.125
Spring Steel	0.025	0.05	0.05	0.075-0.2	0.075	0.05-0.125
Stainless Steel						
304, 304L, 316, 316L	0.025	0.05	0.075	0.0125-0.2	0.1	0.05-0.175
410, 416	0.025	0.05	0.075	0.1-0.15	0.1	0.05-0.175
420C, 420F	0.025	0.05	0.05	0.075-0.5	0.075	0.05-0.175
440C, 440F	0.013	0.05	0.05	0.05-0.015	0.075	0.05-0.125
Copper	0.05	0.01	0.125	0.1-0.5	0.1	0.05-0.25
Lead Bronze	0.05	0.01	0.125	0.1-0.5	0.1	0.05-0.25
Phosphor Bronze	0.05	0.075	0.1	0.075-0.3	0.1	0.05-0.20
Pure Aluminum	0.075	0.1	0.125	0.125-0.5	0.125	0.1-0.3
Aluminum Alloy	0.05	0.075	0.1	0.125-0.5	0.1	0.1-0.3
Cast Iron						
GG20.25	0.025	0.075	0.1	0.125-0.4	0.125	0.05-0.25
GG 30.45.60	0.025	0.05	0.075	0.1-0.3	0.1	0.05-0.2
GG5 65.80	0.025	0.05	0.05	0.05-0.2	0.075	0.05-0.125

Berdasarkan tabel di atas, nilai *feed per tooth* untuk material Aluminium 6061 ditetapkan sebesar 0,05 mm dengan penggunaan *cutter* berdiameter di bawah 12 mm.

$$V_f = F_z \cdot Z \cdot n \tag{3}$$

Keterangan :

V_f = Feed rate (mm/menit)

F_z = Feed per tooth (mm)

Z =Jumlah mata potong

n =Rpm

1. Cutter flat end mill 8 mm

$$f_m = 0,05 \cdot 4 \cdot 5.374 = 1.074 \text{ mm/menit}$$

2. Cutter flat end mill 4 mm

$$f_m = 0,05 \cdot 4 \cdot 10.784 = 2.186 \text{ mm/menit}$$

3. Drill Cutter 6 mm

$$f_m = 0,05 \cdot 4 \cdot 7.165 = 715 \text{ mm/menit}$$

4. Single lip 90 ° 10 mm

$$f_m = 0,05 \cdot 4 \cdot 4.299 = 859 \text{ mm/menit}$$

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa *feed rate* (V_f) pada CNC milling adalah 1.074 mm/menit untuk *flat end mill* 8 mm, 2.186 mm/menit untuk *flat end mill* 4 mm, 715 mm/menit untuk *drill cutter* 6 mm, dan 859 mm/menit untuk *single lip* 90° berdiameter 10 mm.

Pembuatan Cetakan di CNC Milling

Setelah semua parameter ditentukan selanjutnya dilakukan input program G-Code, facing permukaan ,seting titik nol X,Y dan Z dan Jalankan hingga program selesai.

Assembly

Tahap assembly cetakan dilakukan dengan menyatukan core dan cavity menggunakan guide pin, pin penepat, serta pin gantungan kunci. Guide pin berfungsi menjaga keselarasan, pin penepat memastikan posisi tepat, dan pin gantungan kunci membentuk lubang pada produk. Proses ini harus dilakukan secara presisi agar cetakan terpasang sempurna dan hasil produk sesuai desain. Tahapan assembly pin ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 4. Hasil Assembly Pin Cetakan

Uji Coba Cetakan

Volume Cetakan

Sebelum uji coba dilakukan, terlebih dahulu dihitung volume material plastik yang akan digunakan. Perhitungan ini bertujuan untuk menentukan jumlah plastik PET yang dibutuhkan dalam satu kali proses pencetakan serta memperhitungkan kemungkinan penyusutan (shrinkage) setelah proses injeksi dan pendinginan. Adapun rumus perhitungan volume cetakan (Jatira) adalah sebagai berikut:

$$m = v \times p \quad (4)$$

Keterangan :

m = massa material (gram)

v = volume jenis material plastik (mm³)

p = densitas plastic PET (g/mm³)

Maka diketahui :

v = 9.519 mm³

p = 1,38×10⁻³ g/mm³

$$w = 9.519 \times 1,38 \times 10^{-3} \text{ g/mm}^3 = 13,14 \text{ gram}$$

Material plastik PET yang digunakan untuk satu souvenir Ikatan Alumni Polman Timah- Bangka Belitung berkisar 13,14 gram.

Pengujian

Pengujian cetakan dilakukan menggunakan metode gravity casting sebagai alternatif karena fokus penelitian terbatas pada pembuatan cetakan sehingga belum dapat diuji dengan sistem mini injection molding. Material yang digunakan adalah plastik PET yang dipanaskan pada suhu 250 °C, 255 °C, dan 260 °C, sedangkan cetakan berbahan aluminium 6061 dipanaskan pada suhu 240 °C, 245 °C, dan 250 °C, sesuai rekomendasi panduan industri gravity die casting 200–250 °C (F. Future. 2025). Proses pengujian dilakukan dengan memanaskan material PET dan cetakan secara bersamaan, kemudian plastik leleh dituangkan ke dalam cetakan. Adapun tahapannya jelaskan pada gambar 5.

Proses Manufaktur Cetakan Souvenir Ikatan Alumni Polman Timah-Bangka Belitung Berbasis CNC Milling.....



Gambar 5. a) Pemansan cetakan dan limbah plastik PET bersamaan b) Pengecekan suhu cetakan secara berkala c) Penuangan cairan plastik PET ke cetakan

HASIL DAN PEMBAHASAN

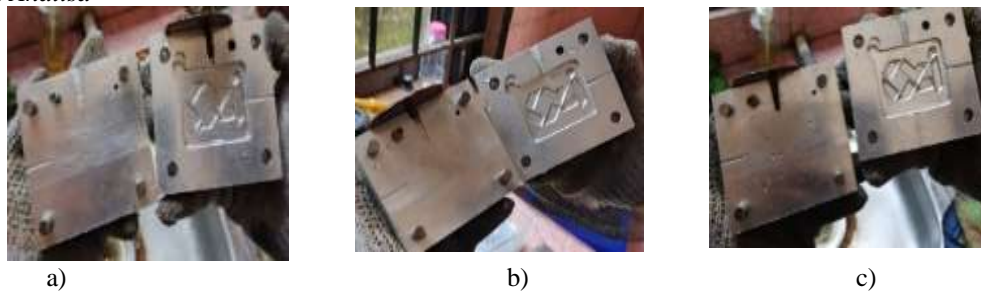
Hasil Manufaktur Cetakan



Gambar 6. Hasil Cetakan Jadi

Penelitian ini berhasil membuat cetakan souvenir gantungan kunci Ikatan Alumni Polman Timah–Bangka Belitung sesuai dengan rancangan yang telah dibuat. Proses manufaktur dilakukan menggunakan mesin CNC Milling Lagun MC-750, dengan bantuan simulasi jalur pahat melalui perangkat lunak *SolidWorks CAM Student Version 2020* guna menghasilkan keluaran berupa *G-Code*.

Hasil Pengujian Dan Analisa



Gambar 11. a) Hasil Pengujian di suhu cetakan 240 °C b) Hasil Pengujian di suhu cetakan 245 °C c) Hasil Pengujian di suhu cetakan 250 °C

Hasil uji coba yang ditampilkan pada Gambar 11–13 menunjukkan bahwa seluruh percobaan belum bisa menghasilkan produk souvenir Ikatan Alumni Polman Timah Bangka Belitung sesuai dengan yang diharapkan. Kondisi ini disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain ketidaksesuaian metode pengujian dengan rancangan cetakan yang semestinya diuji menggunakan sistem *mini injection molding*. Selain itu, konduktivitas termal tinggi dari material cetakan Aluminium 6061 menyebabkan lelehan plastik PET cepat membeku meskipun cetakan telah dipanaskan sebelumnya.

PENUTUP

Tugas akhir ini berhasil membuat cetakan souvenir gantungan kunci Ikatan Alumni Polman Timah–Bangka Belitung sesuai rancangan melalui proses manufaktur menggunakan mesin CNC Milling Lagun MC-750, dengan dukungan simulasi jalur pahat pada perangkat lunak *SolidWorks CAM Student Version 2020* untuk menghasilkan luaran berupa *G-Code*. Namun, hasil uji coba menunjukkan bahwa cetakan belum bisa menghasilkan produk souvenir Ikatan Alumni Polman Timah-Bangka Belitung sesuai yang diharapkan. Kondisi ini disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain ketidaksesuaian metode pengujian dengan rancangan cetakan yang seharusnya diuji menggunakan sistem *mini injection molding*. Selain itu, konduktivitas termal yang tinggi pada material cetakan Aluminium 6061 menyebabkan lelehan plastik PET cepat mengeras meskipun cetakan telah dipanaskan sebelumnya.

DAFTAR RUJUKAN

- Vrushali Bothare, “Gifts Novelty And Souvenir Market Size, Share & Trends Analysis Report By Type (Souvenirs And Novelty, Seasonal Decorations, Greeting Cards, Giftware, Others), By Material (Wood, Metal, Ceramic, Textile, Plastic, Glass), By Price Range (Low, Mid, High), B,” Straits Research. Diakses: 1 Juli 2025. [Daring]. Tersedia Pada: https://Straitsresearch.Com/Report/Gifts-Novelty-And-SouvenirMarket?Utm_Source=Chatgpt.Com
- F. Firmansyah, Y. Umar, & A. Suprihanto. 2023. Pembuatan Injection Unit Mesin Injection Molding Untuk Membuat Bantalan Ketiak Tingkat Kruk Dari Material Polypropylene. Vol. 11, No. 3, Hal. 1–11.
- H. S. Pramono & Eko Prianto. 2017. Proses Permesinan Cnc Dalam Pembelajaran Simulasi Cnc. Jurnal Edukasi Elektro. Vol. 1, No. 1, Hal. 62–68. Doi: 10.21831/Jee.V1i1.15110.
- Koniherawati, G. D. A. Nugroho, M. A. Nathanael, & K. Madyaningrana. 2024. Perancangan Cenderamata Sebagai Branding Desa Wisata, Kampung Satwa Kedung Banteng, Moyudan, Yogyakarta. *Servirisma*, Vol. 4, No. 2, Hal. 87–94, 2024, Doi: 10.21460/Servirisma.2024.42.72.
- M. Alifur Rahman, Daddy Budiman, Atikah Ardi, Rivanol Chadry, Rina & Maheka Restu Araliz. 2024. Analisa Penggunaan Mesin Cnc Router 3 Axis Untuk Rintisan Usaha Souvenir. Vol. 1, No. 1, Hal. 30–40.
- A. Vornberger & A. Michealis. 2020. Influence Of Cemented Carbide Composition On Cutting Temperatures And Corresponding Hot Hardnesses. *Materials*. Vol. 13, No. 20, Hal. 1–13. Doi: 10.3390/Ma13204571.
- Jatira, A. D. Shieddieque & W. A. Nugraha. Perancangan Mold Set Komponen Handle Pintu Mobil Dengan Material Aluminium 6061 Mold Set Design Of Car Door Handle Components Using Material Aluminium 6061.
- Misumi. Katalog Ejektora Pin Misumi. Hal. 61.
- Trisunaryanti. 2018. Dari Sampah Plastik Menjadi Bensin Dan Solar.
- F. Khumaini, Lucky M, Nuryosuwito & Rhozman. 2020. Investasi Pengaruh Bahan Bakar Cair Hasil Pirolisis Jenis Plastik Pet Menggunakan Katalis Zeolit Terhadap Kerja Mesin.
- Badruzzaman, F. Dionisius, Rachmatullah, Dan R. Maula. 2023. Rancang Bangun Mesin Injeksi Plastik Sederhana Tipe Vertikal Dengan Memanfaatkan Limbah Plastik Pet (Polyethylene Terephthalate). *Semin. Nas. Terap. Ris. Inov.*, Vol. 9, No. 1, Hal. 478–486.
- M. Syahbilla. 2023. Uji Metrologi Gerak Melingkar Pada Mesin Cnc Milling Di Bengkel Mekanik Polman Babel. *Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung*.
- F. H. Mulyadi, Zuhendri, Asmed & Aidil Zamri. 2023. Pembuatan Ragum Mini Bagian Rahang Tetap Dengan Metode Pengecoran Logam Sebagai Cenderamata. Vol. 5, No. 1, Hal. 27–30.
- M. Diki, G.E. Pramono & Y.S. Gaoz. 2020. Optimasi Proses Machining Mesin Cnc Milling Untuk Front Channel Dan Rear Channel Pada Alat Surface Condensor. *J. Almikanika*, Vol. 2, No. 3, Hal. 95–105.
- F. Future. 2025. The Essential Guide To Gravity Die Casting Parameters. *Forge Future*. Diakses: 1 Juli. [Daring]. Tersedia Pada: https://www.Forgefuture.In/Post/Pouring-The-Essential-Guide-To-Gravity-Die-Casting-Parameters?Utm_Source=Chatgpt.Com