

RANCANG BANGUN *MOLDING SOUVENIR* LOGO POLITEKNIK NEGERI PADANG PADA MESIN CETAK INJEKSI PLASTIK BERTEKANAN 1.960 KG/CM²

MOLDING DESIGN OF PADANG STATE POLYTECHNIC LOGO SOUVENIR MOLDING ON PRESSED PLASTIC INJECTION MOLDING MACHINE 1,960 KG / CM²

Alfian^{1a*}, Rina^{2a}, Azri^{3b}, Riki^{4b}, Randa^{5b}

^aPoliteknik Negeri Padang, Jurusan Teknik Mesin, Kampus Limau Manis, Padang, Indonesia

^bPoliteknik Negeri Padang, Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Kampus Limau Manis, Padang, Indonesia
Telp. 0751-72590 Fax. 0751-72576

Email: alfian_sofjan@yahoo.co.id, Rina.mesin@gmail.com, azrimuhamad271@gmail.com,
riki.oktamuliadi@gmail.com, randa.jolong@gmail.com

ABSTRACT

Souvenirs are a form of media application for promotion to get to know and come to Padang State Polytechnic. Plastic injection molding machine is the process of processing plastic material in the form of seeds which are heated until they become liquid and then injected into a mold which then freezes / hardens according to the shape of the mold. The products produced by injection molding machines range from electronic devices, automotive tools, household appliances, plastic souvenirs, to tableware. The success of the resulting product is highly dependent on Molding. The plastic injection molding machine has parts namely the Injection Unit, the Mold Unit and the Clamping Unit. The Injection Unit and Clamp Unit are the most important parts in the plastic product manufacturing process where the control operations are carried out on the control panel found on the plastic injection molding machine. The mold unit is a major part of the plastic product manufacturing process. Mold is a tool used to make products according to the desired design. The molding process on a Plastic Molding machine has several stages such as the melting process, mold security and machine safety, execution, product checking, setting, execution, and final. The materials used in the Plastic Molding process are Polypropylene, Polycarbonate, LDPE and HDPE. The product that will be produced from the molding made is a key toy souvenir made of plastic, with the logo of the Padang State Polytechnic measuring 6 cm long, 6 cm wide and 5 mm thick.

Keywords— **Mold, Souvenir, Cavity, Core, Pnp.**

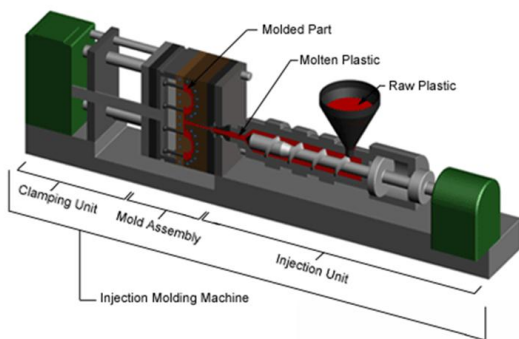
I. PENDAHULUAN

Politeknik Negeri Padang sudah berdiri semenjak tahun 1987 dengan nama Politeknik *Engineering* melalui bantuan berupa hibah dari bank dunia yang pengelolaan pada saat tersebut diserahkan kepada institusi perguruan tinggi yang terdapat di daerah setempat yaitu Universitas Andalas. Pendirian yang sudah cukup lama, 33 tahun Politeknik Negeri Padang belum mempunyai produk yang spesifik berbentuk *souvenir* hasil dari proses belajar mengajar, dimana produk ini dapat juga dijadikan sebagai alat promosi bagi kampus.

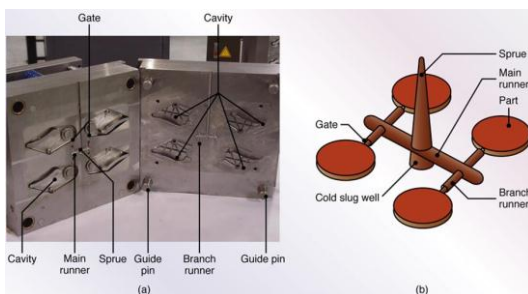
Saat ini *souvenir* banyak diminati tidak hanya diperuntukkan acara-acara pernikahan, acara ulang tahun, perpisahan sekolah, ataupun sebagai hadiah, kenang-kenangan atau hanya sebagai cenderamata ucapan terima kasih, namun bisa juga sebagai suatu kebanggaan untuk dapat

memiliki barang-barang yang merupakan ciri khas suatu tempat. [1]. Produk yang dihasilkan hendaknya mempunyai *icon*, *symbol* dan pernik-pernik yang mempunyai ciri khas PNP sehingga mudah untuk dikenal dan diingat juga, memperhatikan bahan untuk produk yang akan dibuat harus tahan lama dan efisien baik untuk pengerjaan maupun penggunaan hasil produk. Proses *injection molding* merupakan teknik yang sering digunakan dalam pembentukan produk yang berbahan plastik, karena dengan menggunakan metode tersebut bisa membuat bentuk fitur yang sulit untuk dibentuk dibandingkan dengan metode yang lain. [2]. Secara umum pengertian *injection molding* adalah proses pembentukan suatu benda atau produk dari material plastik dengan bentuk dan ukuran tertentu yang mendapat perlakuan panas dan pemberian tekanan dengan menggunakan alat

bantu berupa cetakan atau *mold*. *Mold* adalah alat yang digunakan untuk menghasilkan produk, yang salah satunya adalah pembentukan produk dari bahan plastik dan dilakukan pada jenis mesin injeksi. Untuk menghasilkan sebuah *mold* secara tepat, tentunya banyak faktor yang harus dipertimbangkan sehingga produk yang dihasilkan dapat memenuhi standar kualitas yang diinginkan secara optimal baik itu dari kepresisian dimensi, kompleksitas geometri, maupun efisiensi proses. [3]. Pada mesin *injection molding* terdapat beberapa bagian utama yang berperan penting pada saat proses pembuatan produk plastik, adapun pada mesin *injection molding* di bagi menjadi tiga garis besar yaitu : *Clamping Unit*, *Injection Unit*, dan *Mold Unit*. [4]. Mesin cetak injeksi plastik dapat dilihat pada Gambar 1 [5].



Gambar 1. Mesin *injection molding*



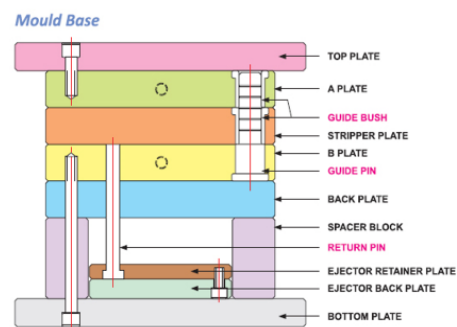
Gambar 2. Ilustrasi hasil *molding*

Molding Unit adalah bagian utama dari proses pembuatan produk dengan bahan plastic. Cetakan (*mold*) merupakan suatu alat/tool yang digunakan untuk membuat produk sesuai dengan desain yang diinginkan (bentuk dan dimensi). *Molding* Plastik memiliki fungsinya masing-masing, bagian-bagian dari cetakan yaitu *cavity* dan *core*, *sprue*, *runner* dan *gate*, *undercut*. Proses percetakan pada mesin *molding* plastik memiliki beberapa tahap seperti proses pemotongan, *safety mold* dan *safety* mesin, eksekusi, cek produk, *setting*, dan hasil produk.

Saat ini plastik merupakan bahan atau material yang tidak bisa dipisahkan dari kehidupan manusia, sebagai bahan yang sangat

mudah didapat, praktis, ringan dan tentu saja *modern*. Untuk bisa membuat sebuah produk plastik yang sesuai dengan apa yang kita kehendaki tentunya dibutuhkan teknologi yang memadai baik itu dari sisi mesin injeksi, cetakan injeksi, material, metode dan manusia. *Souvenir* yang terbuat dari bahan tahan lama, mudah dibentuk, efisien, ringan, dan harga lebih murah adalah salah satu bentuk untuk mengaplikasikan media untuk promosi serta buah tangan bagi orang yang sudah mengetahui dan datang ke Politeknik Negeri Padang. Dari berbagai macam parameter tersebut, salah satu faktor yang dominan adalah alat bantu cetak (*Molding*) yang akan menghasilkan kontur dan dimensi dari produk yang dihasilkan.

Molding yang dipunyai Jurusan Teknik Mesin pada saat sekarang adalah cetakan tutup gallon dan penjepit kertas kondisi seperti ini sangat perlu ditingkatkan untuk membuat *molding* guna pengalaman dan pengembangan terhadap proses pembelajaran praktek Injeksi *Molding* dan materi kuliah teori *Mold Design* dan Plastik *Molding*. Pembuatan *molding* sangat berhubungan dengan *mold base* seperti Gambar 3 [7] yang merupakan kesatuan dari komponen-komponen yang tersebut di bawah ini. Setiap komponen mempunyai fungsi yang berbeda dan merupakan saling keterkaitan antara satu dengan yang lainnya. Untuk kejelasannya dapat di lihat pada Gambar 2 [6]. bentuk dari *part* serta hubungan dan fungsi kesatuan dari *molding* yang dibuat.



Gambar 3. *Mold base*

Penelitian bertujuan untuk menghasilkan sebuah cetakan plastik, yang menghasilkan souvenir berbahan plastik, untuk mainan kunci yang mempunyai logo Politeknik Negeri Padang.

Pembuatan alat bantu *molding souvenir* mainan kunci yang mempunyai Logo Politeknik Negeri Padang perlu dilakukan untuk pengembangan pengetahuan dibidang manufaktur khusus pengetahuan *mold design* dan *plastic molding*.

Produk yang dihasilkan dari alat bantu *molding* dapat dijadikan sebagai sebuah alat

yang ingin dicapai dengan penggunaan alat bantu *molding* adalah sebagai berikut:

- a. Keterulangan (*repeatability*) dari hasil produk.
- b. Ketelitian dimensional dari produk hasil.
- c. Waktu pengerjaan yang dapat dikurangi.
- d. Kondisi kerja yang lebih ergonomis.
- e. Proses pengerjaan lebih terukur.

Selain itu alat bantu *molding* yang akan dibuat berpotensi menghasilkan luaran berupa:

- a. Teknologi Tepat Guna, dimana teknologi ini dapat digunakan untuk menghasilkan produk yang spesifik dan bernilai ekonomis.
- b. Hak Kekayaan Intelektual (HKI) dalam bentuk paten terhadap mekanisme pemegang dan pengaruh proses pembuatan *molding souvenir* mainan kunci berlogo Politeknik Negeri Padang.

II. METODE PENELITIAN

A. Penentuan Permasalahan

Berdasarkan analisa situasi yang sudah dilakukan melalui survei dan tinjauan pustaka tentang pembuatan produk *souvenir* mainan kunci berlogo Politeknik Negeri Padang mempergunakan bahan dari plastik sebagai berikut :

1. Politeknik sudah berdiri 33 puluh tahun pada bidang rekayasa maka seharusnya sudah menghasilkan sendiri produk spesifik dari hasil karya sivitas akademika.
2. Injeksi *molding* adalah salah satu bagian dari kompetensi mahasiswa Politeknik Negeri Padang yang terdapat pada pembelajaran mesin-mesin produksi.
3. Keterulangan (*repeatability*) pengerjaan menjadi sangat penting pada era sekarang karena menuntut kapasitas produksi yang tinggi sehingga menghasilkan produk dengan bentuk dan dimensi yang sama dalam jumlah yang banyak.
4. Ketelitian produk hasil juga sangat penting disebabkan karena, banyak komponen-komponen yang berpasangan sehingga diperlukan toleransi dimensi yang akurat sehingga pada saat perakitan akan lebih mudah.
5. Selain itu beberapa operator kerja yang mengeluhkan tentang posisi dan postur kerja yang kurang ergonomis. Diharapkan hal ini dapat diatasi dengan rancangan alat bantu *molding* yang mengakomodir ukuran dan postur tubuh yang ergonomis dalam bekerja.

B. Solusi Yang Ditawarkan

Dari permasalahan di atas akan dibuat sebuah alat *molding* sebagai suatu bentuk teknologi tepat guna pada fabrikasi *souvenir* mainan kunci yang berlogo Politeknik Negeri Padang di Laboratorium Teknologi Mekanik Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Padang. Alat bantu *molding* yang akan dibuat akan menghasilkan sebuah produk yang berbahan plastik yang mempunyai bentuk segi lima didalamnya diberi tulisan Politeknik Negeri Padang dan logo.

Solusi yang ditawarkan ini juga berkaitan dengan ketelitian dan keterulangan (*repeatability*) dari pengerjaan alat bantu *molding* nantinya. Produk massal yang akan dilaksanakan membutuhkan hasil yang maksimal dalam pengerjaan *molding* nantinya. Selain itu, solusi lain yang diberikan adalah yang berkaitan dengan *human factor* yaitu aspek ergonomi dalam pekerjaan. Desain alat bantu *molding* yang akan dibuat telah memperhatikan aspek ergonomi dan analisa perancangan kerja (APK).

C. Rencana Kegiatan

Rencana kegiatan yang akan dilakukan adalah sebagai berikut :

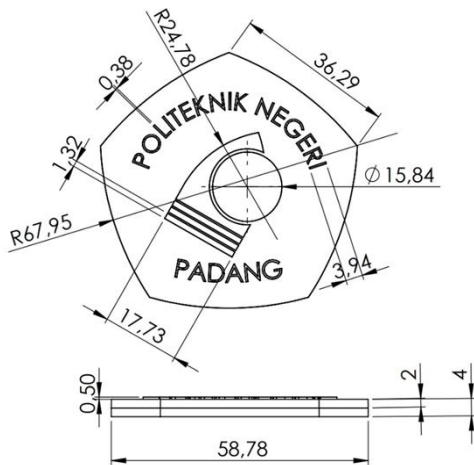
- 1) Melakukan survei lapangan bentuk dan dimensi mainan kunci yang sesuai dengan penggunaannya.
- 2) Mendiskusikan kembali permasalahan dalam pembuatan desain dan rancangan alat bantu *molding souvenir* mainan kunci yang mempunyai logo Politeknik Negeri Padang.
- 3) Melakukan diskusi dengan internal tim dan para teknisi. Luaran hasil ini nantinya adalah prototipe alat bantu *molding souvenir* mainan kunci yang mempunyai logo Politeknik Negeri Padang.
- 4) Melakukan fabrikasi alat bantu *molding*. Proses pembuatan dimulai dengan mengidentifikasi material standar dengan yang bukan standar. Pembelian material dan komponen standar. Proses fabrikasi dilakukan oleh Mahasiswa D3 Teknik Mesin Politeknik Negeri Padang dengan supervisi dari tim peneliti dari Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Padang.
- 5) Melakukan pengujian yang akan direncanakan pertama kali di Laboratorium Teknologi Mekanik Teknik Mesin Politeknik Negeri Padang untuk melihat beberapa indikator yang ingin dicapai: keterulangan bentuk, ketelitian, pengurangan pekerjaan tambahan atau perbaikan, waktu pengerjaan yang lebih rendah serta kenyamanan pengoperasian (faktor ergonomi).

- 6) Melakukan evaluasi dan monitoring produk yang dihasilkan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Desain

Untuk membuat *molding* injeksi plastik dengan produk logo Politeknik Negeri Padang untuk *souvenir* ini tentunya terlebih dahulu perlu diketahui bentuk dan ukuran yang diinginkan sehingga dapat ditentukan langkah-langkah pengerjaan. Bentuk produk plastik yang dirancang dapat dilihat pada Gambar 6.

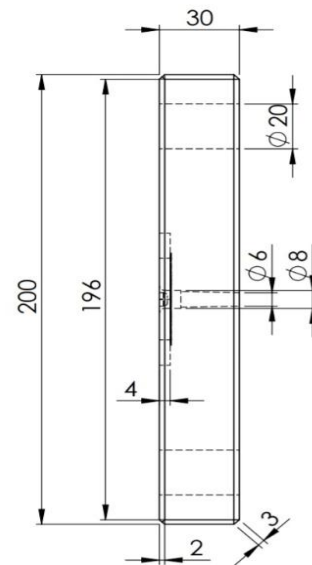
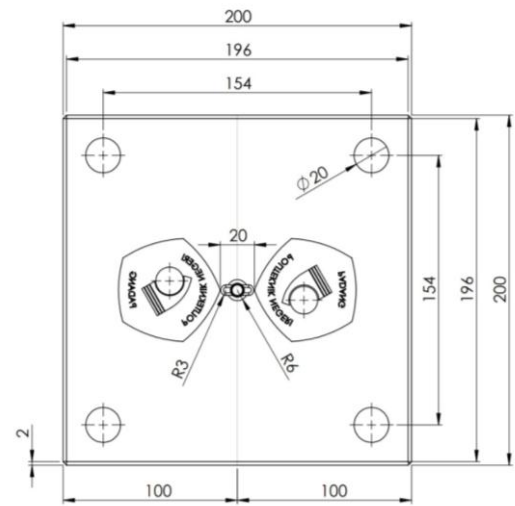


Gambar 6 Bentuk Produk

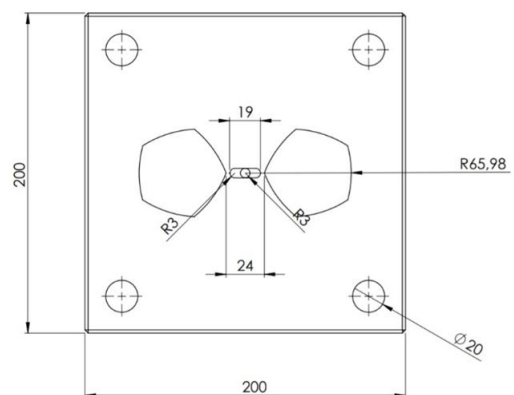
Berdasarkan Gambar 6 didapatkan bentuk dan ukuran produk. Untuk bisa diaplikasikan dengan mesin injeksi *molding* maka perlu dibuat desain *cavity* dan *core* dari produk tersebut. Dapat dilihat pada Gambar 7 dan Gambar 8.

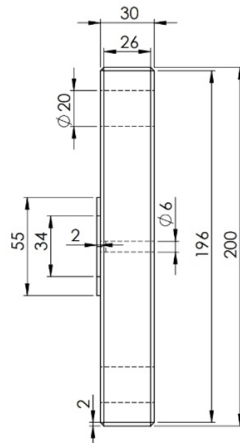
B. Material Produk

Material produk yang digunakan dalam perancangan *molding* injeksi plastik ini adalah LDPE (*Low Density Polyethylene*), HDPE (*High Density Polyethylene*), dan PP (*Polypropylene*). *Low density polyethylene* merupakan material plastik yang lebih lunak dari PP maupun HDPE, bersifat lentur dan membal. Temperatur penyetelan pada *barrel* mesin *injection* 170°C - 190°C.



Gambar 7 Desain cavity cetakan





Gambar 8 Desain core cetakan

LDPE merupakan termoplastik yang terbuat dari *monomer ethylene*, yang merupakan turunan utama dari *polyethylene*. Metode pembuatan LDPE tersebut masih digunakan pada saat ini. LDPE memiliki kisaran densitas 0,91 – 0,94 g/cm³. LDPE tidak reaktif pada suhu ruangan, kecuali dengan menggunakan agen pengoksidasi yang kuat dan beberapa pelarut yang menyebabkan penonjolan pada tekstur LDPE material. Material LDPE dapat bertahan pada suhu 80°C secara kontiniu, dan 90°C pada waktu yang singkat. LDPE dapat dibuat menjadi material yang tembus cahaya atau buram, dan bersifat lentur hingga keras. LDPE memiliki struktur polimer yang lebih bercabang dibandingkan dengan HDPE (yaitu sekitar 2% atom karbonnya), sehingga gaya intermolekulnya lebih lemah, dan kekuatan tensil (kekuatan tariknya) lebih rendah, serta ketahanannya lebih tinggi.

High density polyethylene berwarna putih susu, mengkilat, tahan terhadap kimia, bila dijadikan produk permukaannya seperti ada lapisan lilin. Temperatur mencair 180°C - 230°C. HDPE memiliki rasio densitas yang tinggi. Densitas HDPE dapat berkisar dari 0,93 hingga 0,97 g / cm³. Kerapatan molekul HDPE sedikit lebih tinggi dari pada LDPE. Perbedaan kekuatan melebihi perbedaan kepadatan, memberikan HDPE kekuatan spesifik yang lebih tinggi. HDPE dapat bertahan pada suhu yang agak lebih tinggi (120°C / 248°F untuk waktu yang singkat).

Polypropylene adalah material yang sangat sering dipakai pada kehidupan kita sehari-hari, dari mainan anak, komponen otomotif, komponen elektronik, hingga komponen pesawat terbang. Ciri-ciri secara umum PP, memiliki temperatur cair 170°C – 230°C, warna natural semi transparan, berat jenis lebih ringan dari air, rasio densitas yaitu 0,95 g / cm³, bila dibakar

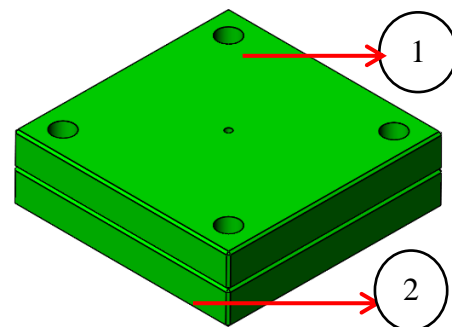
mengeluarkan bau seperti piring plastik yang dibakar, tingkat kekerasan sedang. Dalam pemakaian untuk proses PP dapat dicampur dengan bahan tambah tertentu untuk mendapatkan sifat yang diinginkan.

C. Material Mold

Material mold pada perancangan *molding* injeksi plastik dengan produk logo Politeknik Negeri Padang untuk *souvenir* ini menggunakan baja karbon S50C – S55C. Disesuaikan dengan standar code spesifikasi dari baja *mold* injeksi plastik di Jepang. Baja karbon ini memiliki sifat sebagai berikut :

- 1) Dengan perlakuan khusus, baja ini memiliki kualitas tinggi untuk mengatasi masalah yang mungkin terjadi selama pemotongan.
- 2) Dengan teknologi yang khusus dapat mengurangi cacat serta memberikan tingkat kebersihan yang maksimal.
- 3) Komposisi kimianya dapat dikontrol.
- 4) Kekerasan yang bisa dijaga sekitar HB180 – HB200. Dengan kekuatan tarik sebesar 607 N/mm² – 678 N/mm². [9].

Pada pembuatan *mold* rancangan pertama yang harus diperhatikan adalah kesesuaian dari *cavity* dan *core* sehingga terbentuk produk *souvenir* yang dihasilkan. *Cavity* diletakan pada *station* yang diam dari mesin injeksi molding. *Core* diletakan pada *station* yang bergerak pada mesin injeksi molding. Perpaduan *cavity* dan *core* dapat dilihat pada Gambar 9.



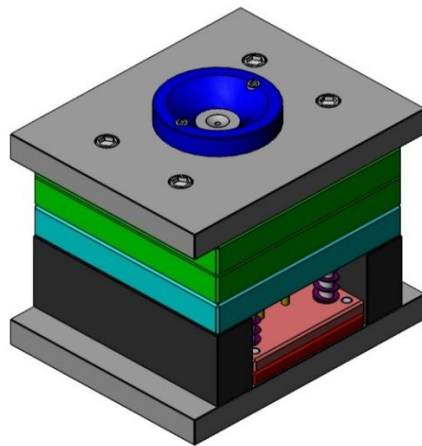
Gambar 9 Assembly cavity plate (1) dan core plate (2)

Selanjutnya rancangan dilanjutkan ke bagian komponen yang menunjang untuk menghasilkan produk *souvenir* main kunci dengan logo Politeknik Negeri Padang. Komponen utama yang terdapat pada molding adalah pengalir cairan plastik menuju rongga *cavity* dan *core*. Selanjutnya produk yang berada di dalam cetakan ditarik keluar oleh *sprue puller* yang selanjutnya akan dikeluarkan oleh *ejector* sehingga produk *souvenir* jatuh dan masuk ke dalam bak

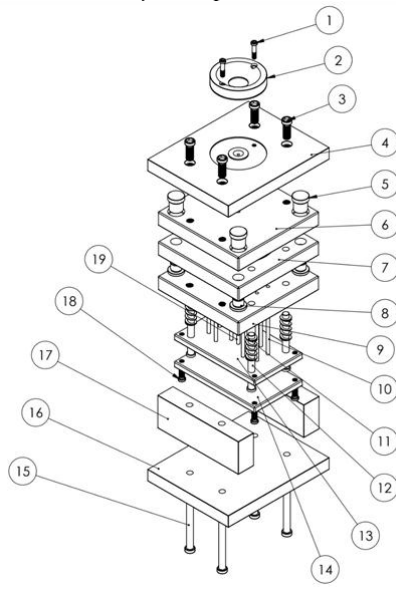
penampung. Susunan bagian utuh dari sebuah *molding* serta keterangan fungsi dari komponen ditunjukkan pada Gambar 10 dan Gambar 11.

Keterangan Gambar 11 kontruksi dasar *two plate mold* adalah sebagai berikut :

- 1) Baut *locating ring* yang berfungsi sebagai penghubung *locating ring* dengan *top clamping plate*.
- 2) *Locating ring* berfungsi untuk memudahkan dalam pemasangan *mold* agar *center* dengan lubang *nozzle*.
- 3) Baut *top clamping plate* sebagai penghubung *top clamping plate* dengan *cavity plate*.
- 4) *Top clamping plate* berfungsi untuk mengikat *molding* pada saat dipasang pada mesin pada bagian atas/depan (*stationary plate* / bagian yang tidak bergerak).



Gambar 10 Assembly mold produk souvenir



./.

Gambar 11 Kontruksi dasar *two plate mold*.

- 5) *Guide pin bushing* berfungsi untuk jalur *guide pin*, Sifat materialnya pun lebih keras dari pada *moldbase* agar tahan lama.

- 6) *Cavity plate (stationary plate)* bagian ini berperan sebagai terbentuknya produk, waktu proses pembentukan mutlak diperlukan pendinginan untuk itu *cooling circuit* ditanamkan pada plate ini.
- 7) *Core plate (moveable plate)* bagian *plate* ini juga ditanamkan *cooling circuit*, selain itu juga sebagai *insert* bentuk produk.
- 8) *Guide pin* berfungsi untuk mengarahkan pada saat penyatuan antara *cavity plate* dan *core plate*. Sifat materialnya pun lebih keras dari pada *moldbase* agar tahan lama.
- 9) *Core back-up plate (support plate)*
- 10) *Ejector* berfungsi untuk mengeluarkan produk dari *core*.
- 11) Pegas berfungsi untuk melunakan tumbukan antara *ejector plate* dengan *support plate*.
- 12) *Return pin* berfungsi untuk membantu mengarahkan *ejector pin plate* agar bergerak tegak lurus.
- 13) *Ejector plate* berfungsi untuk menempatkan *ejector pin*.
- 14) *Ejector retainer plate* berfungsi untuk pengikat *ejector plate*.
- 15) Baut *bottom clamping plate* berfungsi sebagai penghubung *bottom clamping plate* dengan *spacer plate*.
- 16) *Bottom clamping plate* berfungsi untuk mengikat *molding* pada saat dipasang pada mesin pada bagian bawah/belakang (*moveable plate* / bagian yang bergerak).
- 17) *Spacer plate* berfungsi untuk memberi jarak antara *core plate / support plate* dan disetting sedemikian rupa untuk mengeluarkan produk.
- 18) Baut penghubung *retainer plate* dengan *ejector plate*.
- 19) *Sprue puller* berfungsi untuk menarik material (*sprue*) dari *sprue bush* pada akhir siklus *molding*. Setelah *sprue* dipastikan tidak berada dalam *sprue bush* lagi berulah siklus *molding* berikutnya dapat dilakukan.

C. Perhitungan dan Produk Souvenir

Injection high time adalah perbandingan antara panjang langkah *screw* dengan kecepatan injeksi. Jadi, nilainya tergantung pada mesin injeksi yang digunakan. Disini digunakan mesin injeksi dengan tipe JM88-C/E9 *In-Line Screw Injection Molding Machine* dengan data-data sebagai berikut :

- a) *Max. injection volume* : 147 cm³
- b) Berat produk *souvenir* + runner :
 $polyethylene\ 3:1 = 11,6 + 1,48 = 13,08g$
 $polyethylene\ 4:1 = 11,36 + 1,48 = 12,84g$
 $polypropylene = 11,32 + 1,48 = 12,8g$

- c) Diameter Screw (Dsc) : 36 mm
- d) Injection rate: 90 cm³ /s = 90.000 mm³ /detik
- e) Massa jenis
polyethylene = 0,94g/cm²
polypropylene = 0,0,95g/cm²



Gambar 12 Produk souvenir yang dihasilkan

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari perancangan ini maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut, perancangan dan pembuatan *mold* plastik untuk pembuatan produk *souvenir* sudah berhasil dilakukan seperti Gambar 12, pada proses pengujian dengan spesifikasi mesin maksimal injection volume 147 cm³, diameter *screw* 36 mm, *injection rate* 90 cm³ /s. Produk dengan bentuk segilima dengan logo Politeknik Negeri Padang yang bertujuan sebagai cendra mata dan promosi kepada masyarakat, telah berhasil dibuat.

ACKNOWLEDGEMENT

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Politeknik Negeri Padang yang telah memberikan izin menggunakan laboratorium Komputer dan otomasi, Bengkel D4 Manufaktur dalam melakukan perancangan dan pembuatan.

REFERENCES

- [1] Rosyida E., Diva W. & Suyono. (2017). Pengelolaan Unit Bisnis Souvenir

- “Le Olle Utm”Universitas Trunojoyo Madura. Jurnal Ilmiah. Jurnal Pangabdhi. Volume 3, No. 2, Oktober 2017. ISSN: 2477-6289
- [2] Rakhmad A. S. & Ahmad R. R. (2018). Pembuatan Cetakan Kotak Sabun Pada Mesin Injection Molding Plastik. Jurnal Ilmiah. Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi, Vol. 1, No. 1, September 2018. ISSN 2622-7398 (online) DOI:<https://doi.org/10.30596/rmme.v1i1.2436>
- [3] Saifuddin, Ramli U., & Zuhaimi. (2018). Pembuatan Gelas Dengan Bahan Polypropylene Menggunakan Cetakan Plastik. Jurnal Ilmiah. Jurnal Polimesin Volume 16, Nomor 2, Agustus 2018. ISSN Print: 1693-5462, ISSN Online: 2549-1199. Website: <http://ejournal.pnl.ac.id/index.php/polimesin>
- [4] M. Khadliq, Cahyo B., & Harini S. (2017). Komparasi Parameter Injeksi Optimum Pada Hdpe Recycled Dan Virgin Material. Jurnal Ilmiah. JMPM: Jurnal Material dan Proses Manufaktur - Vol.1, No.1, 11-20, Juni 2017. <http://journal.umy.ac.id/index.php/jmpm>
- [5] CustomPartNet, 2021. Copyright © All Rights Reserved, from <https://www.custompartnet.com/lessons/InjectionMolding>
- [6] Serope Kalpakjian and Steven R. Schmid. Manufacturing, Engineering & Technology, Fifth Edition, ISBN 0-13-148965-8. © 2006 Pearson Education, Inc., Upper Saddle River, NJ. All rights reserved.
- [7] Ashna Enterprise, © Copyright 2013, India. All right reserved, from <https://www.ashnaent.com/standard-mould-base.html>
- [8] Ali K. M., Cahyo B., & M. Budi N. R. (2017). Perancangan Injection Molding Dengan Sistem Three Plate Mold Pada Produk Glove Box. Jurnal Ilmiah. JMPM: Jurnal Material dan Proses Manufaktur - Vol.1, No.2, 72-81, Desember 2017 <http://journal.umy.ac.id/index.php/jmpm>
- [9] Linkun, Nov 08, 2019, China. from <http://id.lksteelpipe.com/news/hardness-conversion-of-hb-hr-hv-with-tensile-s-29355441.html>