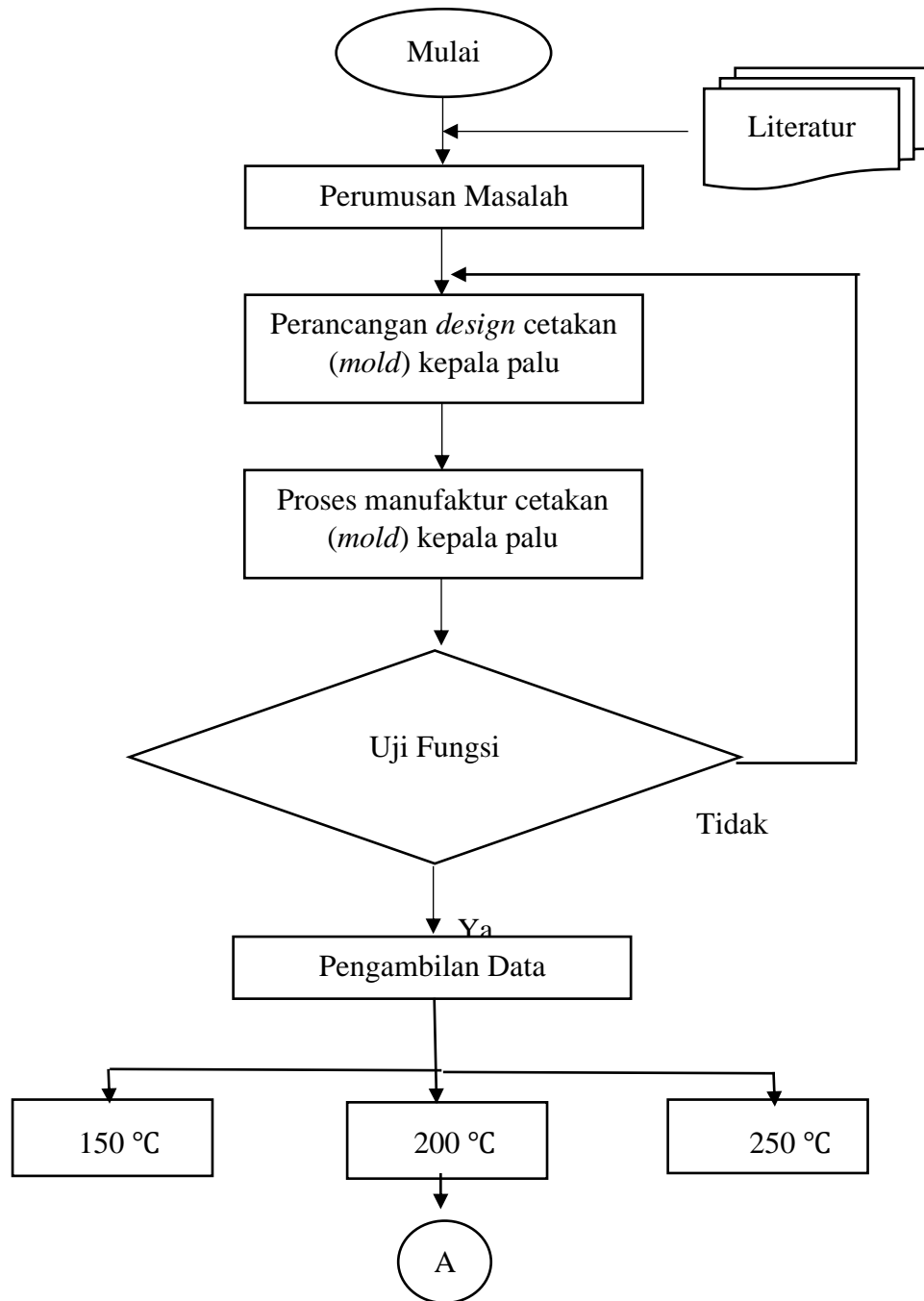


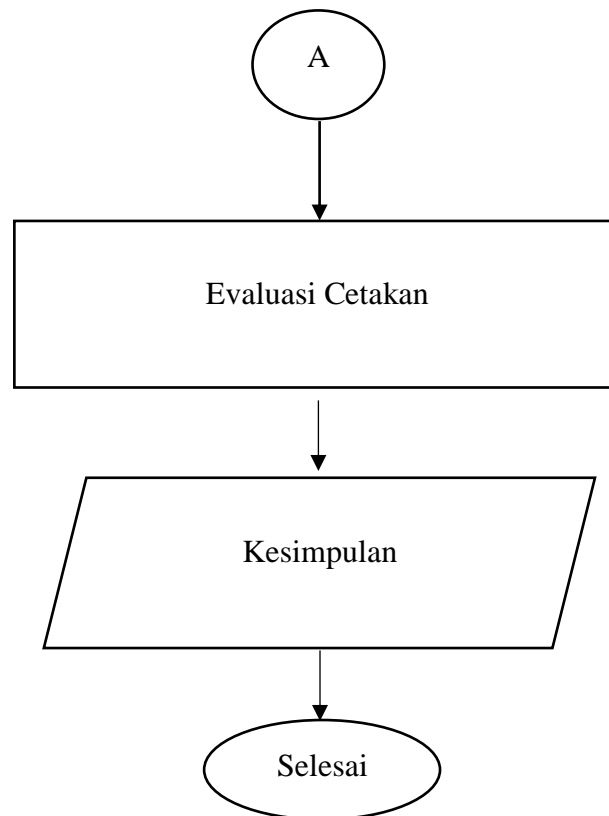
BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian

Adapun metodologi penelitian yang digunakan pada penelitian ini terdiri diagram alir dan metode penelitian, yakni sebagai berikut.





Gambar 3.1 Diagram Alir

Pada diagram alir diatas adalah proses tahap-tahap dalam melakukan penelitian untuk pembuatan cetakan kepala palu. Berikut adalah penjelasan diagram alir diatas.

1. Studi literatur

Pada tahap studi literatur ini digunakan untuk mempelajari referensi dalam penelitian yang akan dilakukan. Dalam metode studi literatur ini juga untuk mengetahui gambaran awal terkait pembuatan cetakan untuk injeksi *molding* untuk acuan penelitian yang akan dilakukan. Studi literatur ini diambil dari beberapa media, yakni buku, jurnal dan penelitian sebelumnya.

2. Desain cetakan kepala palu

Pada tahap ini dilakukan desain yang cocok sesuai kebutuhan dan kriteria yang dibutuhkan, dengan menentukan dimensi serta pemilihan material pada cetakan yang sesuai kriteria yang dibutuhkan yang mampu menahan panas yang tinggi.

3. Proses Manufaktur kepala palu

Pada tahap ini dilakukan proses pembuatan cetakan kepala palu sesuai kriteria yang dibutuhkan, untuk material cetakan yang digunakan adalah *aluminium 6061* yang pada umumnya cocok untuk dilakukan proses injeksi *molding*. Proses pembuatan cetakan nya terdapat 2 blok, yaitu cetakan *core* dan cetakan *cavity* ini menggunakan mesin CNC 3 AXIS.

4. Uji Fungsi

Pada tahap ini dilakukan proses pengujian terhadap cetakan yang sudah dibuat apakah cetakan mampu menahan temperatur dan bagaimana hasil dari produk yang dibuar

5. Pengambilan Data

Pada tahap ini adalah proses pengelompokkan limbah plastik PETE dan PP selanjutnya dilakukan proses pemanasan plastik di ruang *barrel* dengan tujuan untuk mempermudah limbah plastik untuk mengisi cetakan, yang mana pada proses ini menggunakan tiga temperatur yang berbeda, yakni 150 °C, 200 °C dan 250 °C. Kemudian, dilakukan pengisian ke cetakan dari limbah plastik yang sudah dilelehkan yang di dorong menggunakan *screw* dan limbah plastik yang dipanaskan akan keluar dari lubang *nozzle* yang mana dibawah lubang terdapat cetakan yang ingin diisi.

6. Evaluasi Cetakan

Pada tahap ini dilakukan pengujian hasil dari cetakan terhadap ketahanan temperatur cetakan menggunakan termokopel jenis K yang di tempelkan pada dinding cetakan dan juga karakteristik geometri yang diukur menggunakan jangka sorong untuk dimensi dan tebal dari hasil produk cetakan

7. Analisa data

Pada tahap akhir adalah analisa data, yakni analisa terhadap data pengujian yang diperoleh untuk mengetahui nilai yang didapat dan evaluasi dari hasil pengujian cetakan dan produk nya.

3.2 Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan untuk menunjang dalam proposa; dengan kebutuhan sebagai berikut:

3.2.1 Alat

Berikut alat yang digunakan selama proses penelitian berlangsung sebagai berikut:

1. Mesin Injeksi *Molding*

Mesin ini adalah peralatan utama yang digunakan untuk mencairkan, menyuntikkan, dan mendinginkan bahan mentah (plastik) menjadi produk jadi. Mesin ini terdiri dari beberapa komponen utama, termasuk unit injeksi, unit pengunci cetakan, unit pengontrol, dan unit pemanas.



Gambar 3.2 Mesin Injeksi *Molding*

2. Cetakan

Cetakan adalah alat yang digunakan untuk membentuk produk akhir. Cetakan dapat terbuat dari baja, aluminium, atau bahan lainnya dan terdiri dari dua bagian utama cetakan atas (*cavity*) dan cetakan bawah (*core*) yang membentuk produk.



Gambar 3.3 Cetakan Kepala Palu

3. Hopper

Hopper adalah wadah di atas mesin injeksi *molding* yang digunakan untuk meletakkan bahan mentah (biji plastik) sebelum diproses. *Hopper* memiliki konveyor atau pengumpan untuk mengirimkan bahan mentah ke mesin injeksi *molding*.



Gambar 3.4 Hopper

4. Timbangan

Pada penelitian ini timbangan digunakan untuk mengukur berat limbah plastik sebelum dilakukannya proses pemanasan pada mesin *injection molding*.



Gambar 3.5 Timbangan

5. Gerinda Tangan Kecil

Pada penelitian alat ini digunakan untuk mengikid sisa-sisa plastik hasil pelehan dari cetakan dan juga *finishing* untuk baghian yang tidak perlu pada pengujian specimen.



Gambar 3.6 Gerinda Tangan Kecil

6. Jangka Sorong

Pada penelitian ini jangka sorong digunakan untuk mengukur hasil produk berdasarkan geometri dari produk berupa dimensi dan tebal apakah sesuai dengan hasil desain yang dibuat.



Gambar 3.7 Jangka Sorong

7. Termokopel Jenis K

Alat ini digunakan untuk menguji ketahanan temperatur pada cetakan menggunakan dua jenis termokopel jenis K yang dihubungkan keempat sisi cetakan dan di *monitoring* selama proses pengisian cetakan.



Gambar 3.8 Termokopel Jenis K

3.2.2 Bahan

Berikut alat yang digunakan selama proses penelitian berlangsung sebagai berikut:

1. Limbah Plastik PETE

Limbah PETE adalah salah satu jenis plastik termoplastik yang memiliki sifat tahan terhadap kimia. Limbah plastik ini yang digunakan seperti botol-botol bekas.



Gambar 3.9 Jenis Plastik PETE

2. Limbah Plastik PP

Limbah plastik PP (*Polypropylene*) adalah limbah plastik yang terbuat dari jenis plastik PP. Pada penelitian ini digunakan berupa limbah gelas plastik dan tutup botol.



Gambar 3.10 Jenis Plastik PP

3. Minyak sayur

Minyak sayur ini digunakan untuk melapisi cetakan sebelum dilakukan pengisian pada cetakan supaya mudah melepas hasil pengisian dari cetakan.



Gambar 3.11 Minyak Sayur

3.3 Metode Penelitian

Pada penelitian ini dilakukan metode eksperimen dimana metode ini dilakukan untuk mengamati hasil produk dari cetakan injeksi *molding* dengan temperatur yang berbeda-beda pada *heater barrel*, yakni 150°C, 200°C dan 250°C. Untuk pengisian produk cetakan dengan lelehan plastik jenis PETE dan PP, pengujian ini terbagi dua variable penelitian, yakni variable bebas

dan juga variable terikat. Berikut adalah variable pengujian yang akan dilakukan sebagai berikut.

1. Variabel Bebas

Variabel bebas pada penelitian ini ialah temperatur suhu yang digunakan untuk melelehkan plastik, yakni 150°C, 200°C dan 250°C.

2. Variabel Terikat

Variabel terikat pada penelitian ini ialah material cetakan yang digunakan, yakni *Aluminium 6061* dan jenis plastik yang digunakan adalah PETE dan PP

3.4 Prosedur Penelitian

Pada penelitian ini terdapat empat prosedut penelitian, dimana prosedut tersebut terkait proses permesinan cetakan, proses kalibrasi termokopel dan proses pengujian terhadap cetakan berupa geometri bahan dan ketahanan temperatu pada cetakan. Berikut adalah prosedut penelitian yang akan dilakukan.

3.4.1 Prosedur Permesinan Cetakan

Pada proses pembuatan cetakan ini dibuat menggunakan mesin CNC 3 AXIS. Berikut dibawah ini adalah prosedut permesinan pembuatan cetakan.

1. Merancang desain untuk cetakan menggunakan *solidworks* dan juga memilih material yang digunakan, yakni *aluminium 6061* serta melakukan simulasi *thermal* pada *solidworks* untuk mengetahui ketahanan *stress* temperatur dan juga berapa lama pengisian bila diberi suhu yang ditentukan.
2. Mengkonversi desain dari *solidworks* ke *Autodesk fusion 360* untuk dilakukan simulasi proses permesinan CNC 3 AXIS dimana ditentukan *toolpath*, kedalaman pemakanan dan kecepatan pemakanan untuk simulasi sebelum dilakukannya proses permesinan. Dimana mengubah CAD menjadi CAM dan dari *Autodesk fusion 360* ini sendiri akan membacakan gambar CAD dan

mengubah nya menjadi program untuk pembuatan cetakan sesuai desain yang dibuat.

3. Mengkonversi hasil *NC Program* dari *Autodesk fusion 360* ke *Mach 3 CNC* untuk proses permesinan cetakannya.
4. Mensetup pada *Mach 3 CNC*, yakni *toolpath* pahat pemakanan menggunakan pahat *endmill* 6 mm, *depth of cut* nya 0,25 mm dan mengatur kecepatan *spindle* sebesar 600 rpm
5. Menjepit benda kerja pada cekam mesin CNC 3 Axis
6. Melakukan kalibrasi manual menggunakan *Mach 3 CNC* dengan menempelkan kertas pada ketiga sumbu.
7. Menjalankan program yang sudah dibuat dengan menekan tombol *cycle start (alt-R)* dan mesin akan berjalan melakukan penyayatan.
8. Memeriksa hasil permesinan cetakan apakah sudah sesuai dengan desain yang diinginkan
9. Melakukan *finishing* pada cetakan menggunakan *ballnose* diameter 2 mm untuk menghilangkan *countur* kasar pada cetakan

3.4.2 Prosedur Kalibrasi Termokopel

Kalibrasi ini dilakukan guna verifikasi bahwasanya alat ukur termokopel ini memiliki akurasi yang akurat, untuk termokopel yang digunakan ini jenis termokopel digital K dimana jenis ini mampu membaca suhu (0 s.d 500) °C. Kalibrasi ini dilakukan dengan membandingkan dua jenis alat mendeteksi suhu yang berbeda-beda, yakni termometer air raksa dan termokopel digital jenis K. Acuan untuk prosedur kalibrasi menggunakan standar SNI 19-2500-2018 berikut ini adalah langkah-langkah proses kalibrasi termokopel.

1. Menyiapkan alat dan bahan untuk melakukan kalibrasi seperti ember, *heater*, air dan es batu
2. Memasukkan air dan es batu pada ember pastikan air dan es tercampur sempurna dan suhunya mencapai 0 °C
3. Memasukkan termometer air raksa dan termokopel jenis K dan tunggu hingga pembacaan kedua alat ukur stabil dan terlihat pada

saat bersamaan kedua alat pendeteksi suhu ini dimasukkan ke ember yang berisi air es menunjukkan nilai 0 °C

4. Memasukkan *heater* untuk memanaskan air dan *range* untuk perubahan titik beku dan titik didih air *range* nya (0 s.d 100) °C
5. Melakukan *monitoring* pencacatan setiap 5 menit sekali dan lihat perubahan temperatur nya dan bandingkan antara termokopel jenis K dengan termometer air raksa untuk melihat hasil keakuratan dari kalibrasi yang dilakukan

3.4.3 Prosedur Pengujian Ketahanan Tempereatur Cetakan Kepala Palu

Terdapat prosedur untuk pengujian temperatur terhadap cetakan kepala palu. Berikut adalah tahap-tahapnya.

1. Menyiapkan alat dan bahan
2. Melakukan kalibrasi pada alat ukur suhu termokopel jenis K terhadap termometer air raksa
3. Mengontrol temperatur *barrel* pada panel sesuai *set point* suhu yang diinginkan
4. Memasang dua buah termokopel jenis K pada dinding cetakan dibagi menjadi empat titik.
5. Meletakkan cetakan kepala palu dibawah lubang *nozzle* dan menunggu lelehan plastik terdorong hingga lubang *nozzle*.
6. Memasukkan limbah plastik jenis PP dan PETE pada *hopper* ketika suhu *barrel* sudah mencapai *set point* yang diinginkan.
7. Mencatat hasil suhu pada cetakan yang sudah ditempelkan termokopel lalu mencatat setiap 2 menit hingga proses selesai
8. Melepaskan cetakan dari lubang *nozzle* ketika cetakan sudah terisi penuh
9. Mengulangi proses 2-8 pada pengujian berikutnya.
10. Menganalisa Data

3.4.4 Prosedur Pengujian Geometri Cetakan Kepala Palu

Terdapat prosedur pengujian yang akan dilakukan dalam penelitian ini terkait pengujian karakteristik geometri dari hasil produk. Berikut ini adalah tahap-tahapnya.

1. Mempersiapkan produk hasil lelehan plastik injeksi *molding* cetakan kepala palu.
2. Mengkalibrasi alat ukur jangka sorong digital.
3. Melakukan pengukuran dimensi panjang, lebar dan tebal pada hasil produk lelehan plastik cetakan kepala palu menggunakan jangka sorong digital.
4. Mencatat hasil pengukuran dimensi dan ukuran produk cetakan kepala palu
5. Analisa data