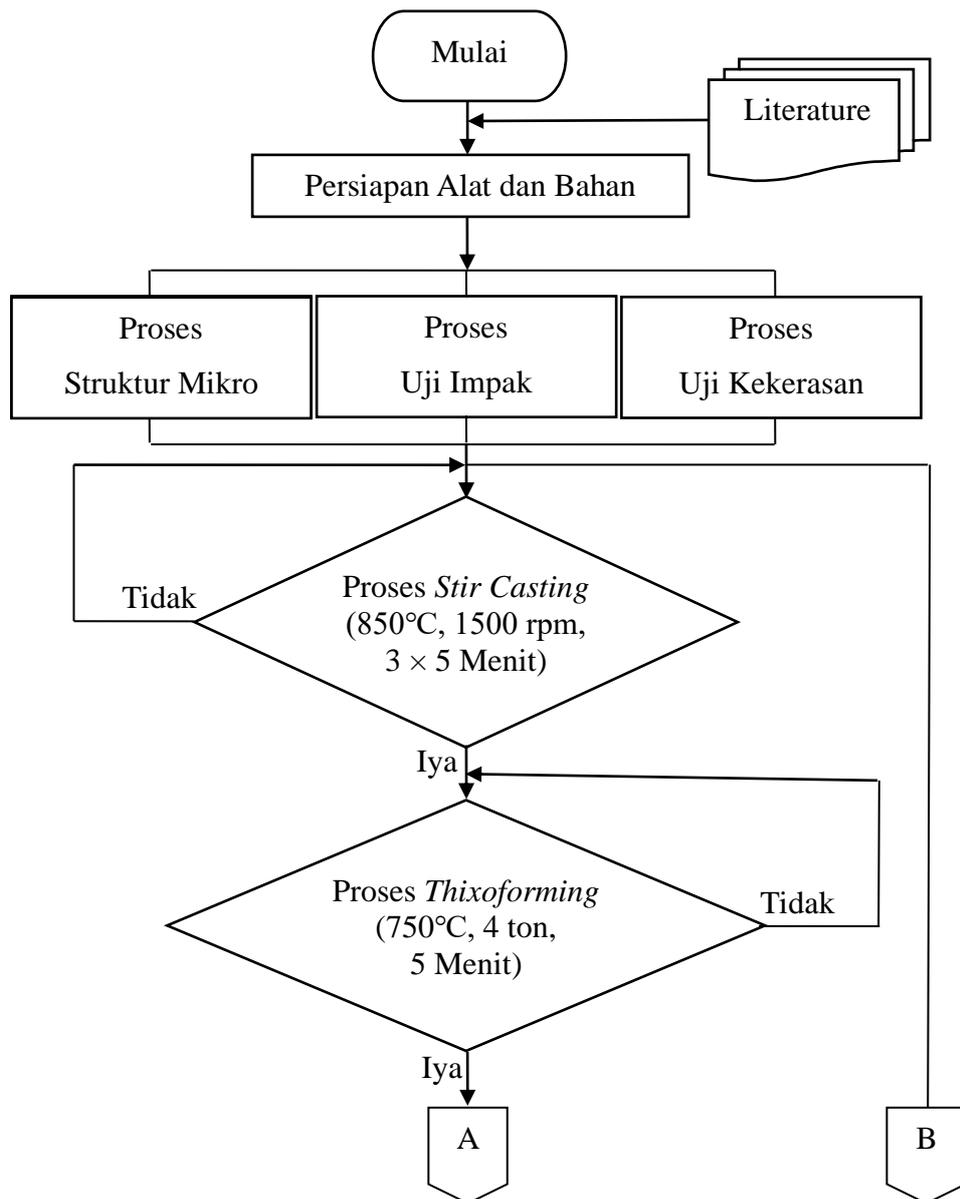


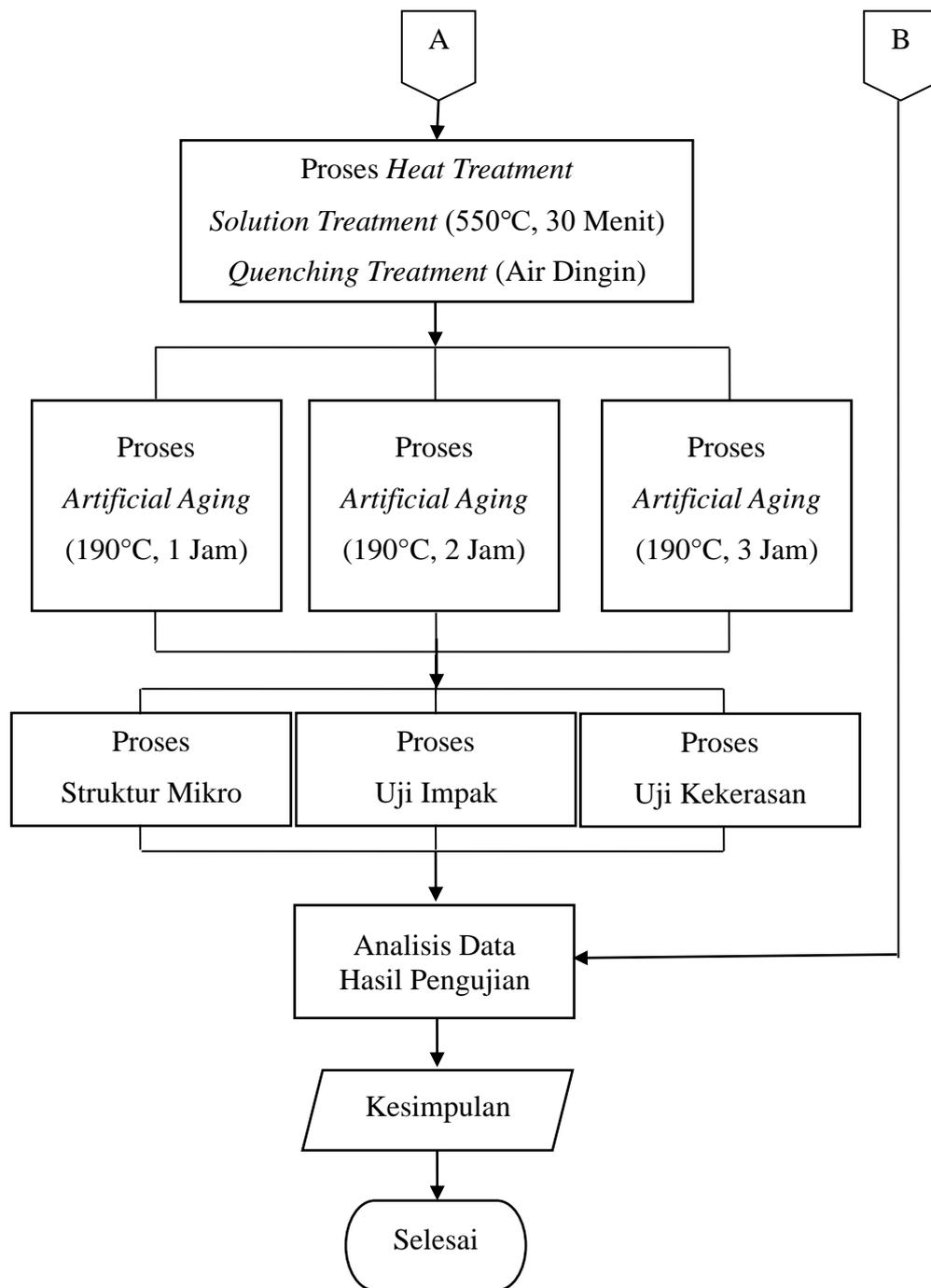
# BAB III

## METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Diagram Alir Penelitian

Dalam dilakukannya penelitian, terdapat beberapa tahapan yang harus dilakukan secara sistematis. Berikut merupakan tahapan dari penelitian ini yang dituliskan dalam diagram alir penelitian yang dapat dilihat pada gambar di bawah ini.





**Gambar 3.1** Diagram Alir Penelitian

### 3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Berikut merupakan alat dan bahan yang digunakan selama penelitian berlangsung yang dapat dilihat di bawah ini.

#### 3.2.1 Alat Penelitian

Di bawah ini merupakan alat yang digunakan selama penelitian berlangsung yaitu sebagai berikut.

##### 1. Cetakan

Cetakan merupakan suatu alat yang digunakan dalam tahapan *stir casting* dan *thixoforming* yang berfungsi sebagai wadah dari komposit, material dari cetakan harus memiliki titik lebur yang lebih tinggi dari material komposit agar tidak ikut melebur ketika pemanasan komposit sedang berlangsung. Cetakan dibentuk dengan ukuran hasil pencetakan sebesar  $200 \times 20 \times 12$  mm.



**Gambar 3.2** Cetakan

##### 2. Alat Press

Alat *press* terdiri dari dua bagian yaitu rangka dan *hydraulic jack*. *Hydraulic jack* yang digunakan berkekuatan 4 ton serta rangka yang digunakan berbahan besi yang dibentuk agar dapat melakukan proses *press* dari cetakan yang ada.



**Gambar 3.3** Alat *Press*

### 3. *Thermogun*

*Thermogun* merupakan *thermometer* yang digunakan dengan cara mengarahkan sinar *infrared* yang dipancarkan terhadap objek yang ingin diketahui temperaturnya.



**Gambar 3.4** *Thermogun*

### 4. Timbangan

Timbangan merupakan suatu alat yang dapat mengetahui berat dari objek yang diletakan di atasnya yang berfungsi sebagai alat untuk mengatur komposisi antara Al 6061, SiC, dan Mg.



**Gambar 3.5** Timbangan

#### 5. *Muffle Furnace*

*Muffle furnace* merupakan suatu alat yang memiliki ruangan tertutup yang dapat mengatur temperatur di dalamnya dan menjaga temperatur tersebut agar stabil. *Muffle furnace* ini digunakan dalam proses *thixoforming* dan *heat treatment*.



**Gambar 3.6** *Muffle Furnace*

#### 7. Ember

Ember merupakan suatu alat yang berfungsi sebagai wadah dari material komposit ketika proses *quenching* sedang berjalan. Material dari ember berupa aluminium agar terhindar dari pelelehan yang dapat terjadi karena suhu tinggi dari material komposit.



**Gambar 3.7** Ember

#### 8. Gerinda

Gerinda merupakan suatu alat yang digunakan untuk memotong material berbahan logam menjadi ukuran yang lebih kecil dari sebelumnya.



**Gambar 3.8** Gerinda

#### 9. Alat Pengamatan Struktur Mikro

Alat pengamatan struktur mikro merupakan suatu alat yang dapat mengetahui susunan dari struktur mikro yang terbentuk pada suatu material. Alat yang digunakan bernama *Zeiss EVO 10 Scanning Electron Microscope*



**Gambar 3.9** Alat Pengamatan Struktur Mikro

#### 10. Alat Uji Kekerasan

Alat uji kekerasan merupakan suatu alat yang dapat mengetahui nilai maksimal dari kekerasan pada suatu material. Alat yang digunakan bernama Rockwell Type *Hardness Tester FR-X Series*



**Gambar 3.10** Alat Uji Kekerasan

#### 11. Alat Uji Impak

Alat uji impak merupakan suatu alat yang dapat mengetahui nilai maksimal dari energi yang diserap pada suatu material.



**Gambar 3.11** Alat Uji Impak

### 12. *Cooler Box*

*Cooler box* merupakan suatu alat yang memiliki suatu ruang di dalamnya yang dapat menjaga temperatur pada ruang tersebut agar tidak mengikuti temperatur lingkungan sekitar. *Cooler box* digunakan untuk menyimpan material komposit jika tidak langsung dilakukan pengujian setelah proses *quenching*.



**Gambar 3.12** *Cooler Box*

### 13. Alat Pelindung Diri

Alat pelindung diri terdiri dari beberapa barang seperti sarung tangan, pelindung telinga, kacamata, dll. Hal ini dapat membantu mengurangi resiko buruk yang diakibatkan dari pekerjaan yang dilakukan.



**Gambar 3.13** Alat Pelindung Diri

#### 14. Alat Peleburan

Alat peleburan terdiri dari tungku pelebur serta pemanasnya. Alat ini berfungsi sebagai media dimana material dapat dileburkan dengan temperatur yang tinggi.



**Gambar 3.14** Alat Peleburan

#### 15. Alat Penunjang Peleburan

Alat penunjang peleburan terdiri dari alat bantu mengeluarkan krusibel, tang jepit panjang, dan sendok panjang. Alat ini memiliki peran penting selama pembakaran seperti penuangan leburan sampel, dll.



**Gambar 3.15** Alat Penunjang Peleburan

#### 16. Krusibel

Krusibel merupakan suatu wadah yang digunakan dalam proses peleburan pada tungku peleburan dengan material yang memiliki titik lebur lebih tinggi dibandingkan dengan material yang ingin dilebur.



**Gambar 3.16** Krusibel

#### 17. Torch

*Torch* digunakan sebagai media pemanas untuk memanaskan cetakan yang digunakan untuk proses pengecoran sampel.



**Gambar 3.17** *Torch*

### 18. Mesin *Grinding Polishing*

Mesin *grinding polishing* digunakan untuk membuat permukaan sampel menjadi rata sebelum masuk ke dalam proses pengujian, khususnya pengujian struktur mikro.



**Gambar 3.18** *Mesin Grinding Polishing*

### 19. Jangka Sorong

Jangka sorong merupakan suatu alat ukur yang digunakan untuk mengukur dimensi dari sampel yang dibuat.



**Gambar 3.19** Jangka Sorong

## 20. Alat Pengaduk

Alat pengaduk yang digunakan dalam proses *stir casting* yaitu bor tangan yang telah ditambahkan batang besi yang memiliki bilah pengaduk.



**Gambar 3.20** Alat Pengaduk

### 3.2.2 Bahan Penelitian

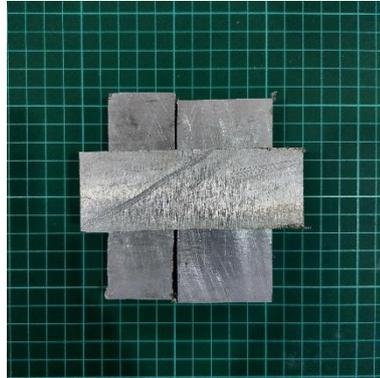
Di bawah ini merupakan bahan yang digunakan selama penelitian berlangsung yaitu sebagai berikut.

#### 1. Aluminium 6061

Aluminium 6061 memiliki peran sebagai bahan utama dalam komposit yang dibuat pada penelitian ini dengan kandungan yang dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

**Tabel 3.1** Komposisi Kimia Al 6061

Unsur	Mg	Fe	Si	Cu	Cr	Zn	Ti	Lainnya	Al
Berat (%)	0,98	0,19	0,63	0,18	0,05	0,10	0,08	0,15	Sisa

**Gambar 3.21** Aluminium 6061

## 2. SiC

SiC memiliki peran sebagai bahan penguat dalam komposit yang dibuat pada penelitian ini. dengan spesifikasi 1200 mesh

**Gambar 3.22** SiC

## 3. Mg

Mg memiliki peran sebagai pelarut dari SiC pada proses *stir casting* dengan kategori *grade* teknik



**Gambar 3.23 Mg**

#### 4. Air

Air memiliki peran sebagai media *quenching* dalam penelitian ini



**Gambar 3.24 Air**

#### 5. Es Batu

Es batu memiliki peran sebagai media pendingin pada proses *quenching* serta untuk mendinginkan sampel setelah proses *artificial aging* menuju pengujian



**Gambar 3.25** Es Batu

#### 6. Gas Portabel

Gas portabel berperan sebagai bahan bakar pada pemanasan cetakan ketika *stir casting*



**Gambar 3.26** Gas Portabel

#### 7. Gas LPG

Gas LPG berperan sebagai bahan bakar pada tungku peleburan ketika meleburkan aluminium 6061



**Gambar 3.27** Gas LPG

## 8. Amplas

Amplas digunakan untuk menghaluskan permukaan pada sampel sebelum dilakukan pengujian, khususnya struktur mikro agar tidak terdapatnya goresan yang terlihat pada gambar hasil pengujian. Amplas yang digunakan terdiri dari beberapa tingkat kekasaran, mulai dari grit kasar hingga grit halus agar didapatkan hasil yang maksimal.



**Gambar 3.28** Amplas

## 9. *Microfiber*

*Microfiber* digunakan pada tahap terakhir ketika menghaluskan sampel, *microfiber* ini dipadukan dengan pasta alumina agar goresan halus pada permukaan sampel hilang.



**Gambar 3.29** *Microfiber*

## 10. Pasta Alumina

Pasta alumina digunakan untuk menghilangkan goresan halus pada permukaan sampel yang akan diuji dengan cara

menuangkan pasta alumina pada *microfiber* lalu digosokkan kepada sampel uji



**Gambar 3.30** Pasta Alumina

### 3.3 Prosedur Penelitian

Berikut merupakan prosedur yang dilakukan selama penelitian yang dapat dilihat di bawah ini.

#### 3.3.1 Proses *Stir Casting*

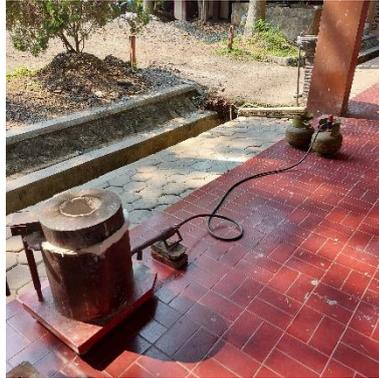
Dalam pembuatan material komposit, terdapat proses pembentukan yang dilakukan agar bersatunya kedua atau lebih material tersebut, salah satu proses pembentukan adalah *stir casting*. Komposit ini tersusun dari Al 6061 sebesar 90%, SiC sebesar 5% dan Mg sebesar 5% [16]. Berikut merupakan tahapan dari proses *stir casting*.

1. Memotong aluminium menjadi bagian yang lebih kecil dengan tujuan aluminium tersebut dapat disusun pada krusibel yang digunakan.



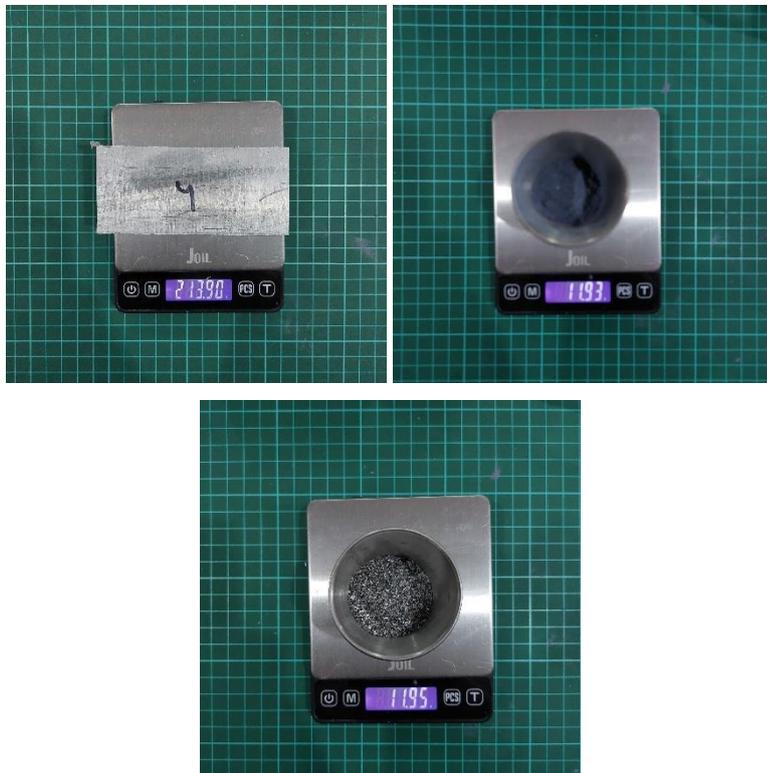
**Gambar 3.31** Pemotongan Al6061

- Menyiapkan alat dan bahan yang digunakan selama proses *stir casting*



**Gambar 3.32** Persiapan Alat Peleburan

- Menimbang setiap bahan yang digunakan sesuai dengan komposisi yang telah ditentukan



**Gambar 3.33** Penimbangan Bahan

- Memasukan krusibel yang berisi aluminium ke dalam tungku peleburan serta memanaskan tungku peleburan hingga temperature  $850^{\circ}\text{C}$  sampai Al 6061 melebur dengan sempurna



**Gambar 3.34** Peletakan Krusibel Pada Tungku

5. Membuang terak yang ada pada permukaan aluminium yang telah melebur



**Gambar 3.35** Pembuangan Terak

6. Melakukan pengadukan dengan alat *stir casting* yang dibarengi dengan penuangan bahan tambahan yaitu SiC dan Mg sesuai dengan penimbangan yang telah dilakukan dengan kecepatan putaran 1500 rpm dan waktu pengadukan  $3 \times 5$  menit



**Gambar 3.36** Pengadukan Dan Pencampuran Penguat

7. Mempersiapkan cetakan serta memanaskan dengan *torch* agar tidak terjadinya perubahan suhu yang terlalu jauh antara leburan komposit terhadap dies yang digunakan untuk mencetak.



**Gambar 3.37** Pemanasan Cetakan

8. Menuangkan leburan komposit pada cetakan yang telah disiapkan sebelumnya, lalu tunggu hingga temperatur menurun dengan tujuan dapat dipegang dengan aman dan dikeluarkannya komposit tersebut dari cetakan.



**Gambar 3.38** Penuangan Leburan Komposit

### 3.3.2 Proses *Thixoforming*

Dilakukannya proses *thixoforming* bertujuan agar porositas yang terdapat pada material hasil pengecoran dapat hilang karena adanya proses *thixoforming*. Berikut merupakan tahapan dari proses *thixoforming*.

1. Meletakkan cetakan yang berisi komposit pada *maffle furnace*
2. Mengatur temperatur *maffle furnace* pada 750°C

3. Memanaskan cetakan yang berisi komposit hingga suhu *maffle furnace* mencapai  $750^{\circ}\text{C}$  ( $\pm 45$  menit)
4. Keluarkan cetakan dari *maffle furnace* dan letakan cetakan pada alat *press*
5. Tekan cetakan pada alat *press* menggunakan *hydraulic press* hingga 150 bar, lalu tahan selama 5 menit pada kondisi tersebut
6. Keluarkan cetakan dari alat *press*, serta diamkan hingga temperatur cetakan sesuai dengan temperatur ruangan
7. Keluarkan komposit pada cetakan dengan cara mendorongnya dari lubang pada bagian bawah cetakan

### 3.3.3 Proses *Heat Treatment*

Setelah dilakukannya proses *thixoforming*, komposit tersebut dilakukan *machining* terlebih dahulu dengan tujuan pembentukan sampel sesuai dengan standar pengujian yang telah ditentukan. Setelah sampel komposit tersebut sudah berbentuk sesuai dengan standar, kemudian dilakukan proses *heat treatment* dengan tujuan meningkatkan sifat mekanik dari material komposit. Proses *heat treatment* yang dilakukan ialah *quenching*, berikut merupakan tahapan dari proses *quenching*.

1. Memanaskan material komposit pada *maffle furnace* hingga temperatur mencapai  $550^{\circ}\text{C}$  dan mendinginkan pada temperatur tersebut selama 30 menit (*solutioning treatment*)
2. Mendinginkan material komposit secara cepat dengan media pendingin berupa air

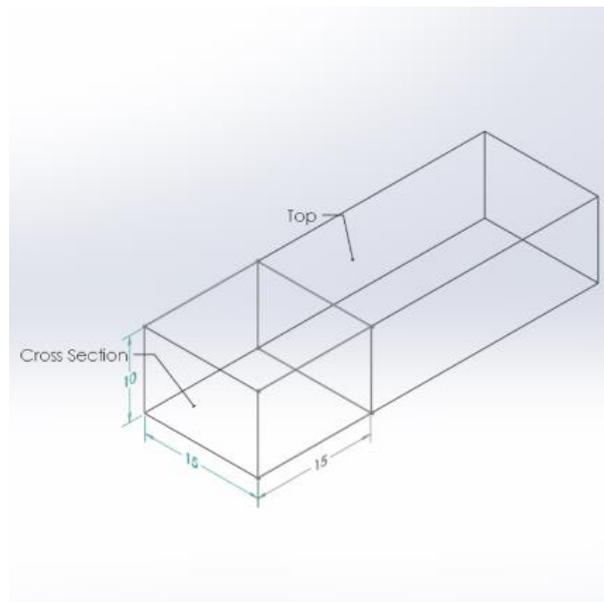
### 3.3.4 Proses *Artificial Aging*

Setelah dilakukannya *solutioning* dan *quenching treatment*, selanjutnya dilakukan *heat treatment* dengan temperatur  $190^{\circ}\text{C}$  dan dengan waktu penahanan selama 1 jam, 2 jam, dan 3 jam pada suhu tersebut.

### 3.3.5 Proses Pengamatan Struktur Mikro

Setelah dilakukannya seluruh proses pembuatan komposit Al6061 berpenguat SiC dan Mg, selanjutnya dilakukan pengamatan pada *cross section* untuk mengetahui persebaran penguat pada matriks Al6061 dengan alat *Scanning Electro Microscopy* (SEM) yang ada di Laboratorium Terpadu Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Berikut merupakan tahapan dari pengamatan struktur mikro.

1. Melakukan preparasi pada permukaan sampel yang ingin diamati
2. Meletakkan sampel pada *holder* dari alat uji yang digunakan
3. Meletakkan holder pada ruang uji di alat uji tersebut
4. Membuat ruang pengujian pada alat tersebut menjadi ruang kedap udara
5. Melakukan perbesaran pada permukaan yang akan diamati



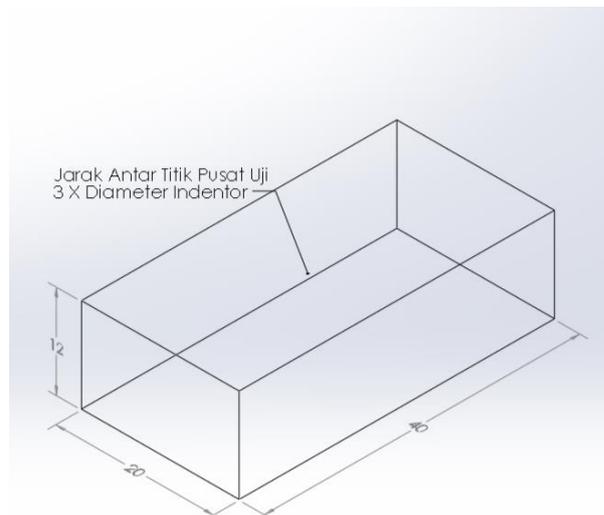
**Gambar 3.39** Sampel Uji SEM

### 3.3.6 Proses Pengujian Kekerasan

Dilakukannya pengujian kekerasan bertujuan untuk mengetahui nilai dari ketahanan material ketika diberikan penetrasi pada permukaan material. Pengujian ini menggunakan metode

*rockwell* dengan indenter bola baja dan beban yang diberikan sebesar 100 kgf yang dilaksanakan di Laboratorium Metalurgi Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Berikut merupakan tahapan dari pengujian kekerasan.

1. Mempersiapkan alat uji kekerasan beserta dengan sampel yang ingin diuji
2. Menyesuaikan indenter dan mengatur satuan hasil dari pengujian sesuai standar ASTM E18
3. Meletakkan sampel pada tempat yang telah disediakan oleh alat uji kekerasan
4. Melakukan kalibrasi dengan cara memberikan penetrasi kepada sampel hingga indikator warna pada tombol *start* menyala
5. Menekan tombol *start* dan menunggu hingga indenter berhenti memberikan penetrasi pada sampel serta keluarnya nilai dari kekerasan suatu sampel pada layar alat uji kekerasan



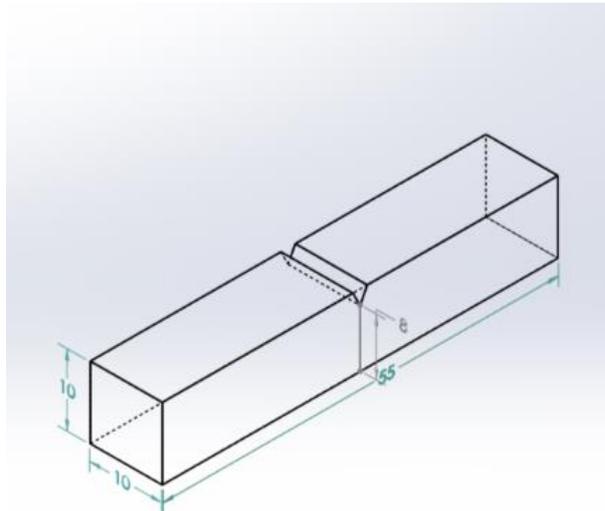
**Gambar 3.40** Sampel Uji Kekerasan

### 3.3.7 Proses Pengujian Impak

Dilakukannya pengujian impak bertujuan untuk mengetahui energi maksimal yang dapat diserap oleh material komposit hingga mengalami kepatahan. Pengujian ini menggunakan metode *charpy* yang dilaksanakan di Laboratorium Metalurgi Fakultas Teknik

Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Berikut merupakan tahapan dari pengujian impact.

1. Mempersiapkan alat uji impact beserta dengan sampel yang ingin diuji sesuai dengan standar ASTM E23
2. Meletakkan sampel pada tumpuan alat uji impact secara horizontal/mendatar dengan posisi takik berlawanan dengan arah pembebanan
3. Mengatur bandul pembebanan dengan kekuatan 300 joule yang dapat dilihat pada indikator alat uji impact
4. Melepas bandul pembebanan dan lakukan pengereman jika bandul telah mengenai sampel uji
5. Membaca energi yang diserap oleh sampel uji pada indikator alat uji impact dan mencatatnya
6. Melakukan perhitungan nilai impact sesuai dengan rumus pada setiap sampel uji



**Gambar 3.41** Sampel Uji Impact

### **3.3.8** Proses Pengolahan Data

Setelah dilakukannya seluruh proses pengujian dari ketiga sampel, selanjutnya data hasil seluruh pengujian tersebut dikumpulkan, dijelaskan, dan dikaitkan antar data hasil pengujian

lainnya serta dibuatkan kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan.

### 3.4 Variabel Penelitian

Berikut merupakan variabel pengujian dalam penelitian yang dapat dilihat di bawah ini.

1. Variabel Terikat
  - a. Data hasil pengamatan struktur mikro
  - b. Data hasil pengujian kekerasan
  - c. Data hasil pengujian impak
2. Variabel Bebas
  - a. Variasi waktu pada *artificial aging*
3. Variabel Terkontrol
  - a. Kecepatan putar pada *stir casting*
  - b. Waktu pengadukan pada *stir casting*
  - c. Temperatur pada *stir casting*
  - d. Temperatur pada *thixoforming*
  - e. Tekanan pada *thixoforming*
  - f. Temperatur pada *solutioning treatment*
  - g. Media pendingin pada *quenching*
  - h. Temperatur pada *artificial aging*
  - i. Material penyusun komposit
  - j. Komposisi material penyusun komposit