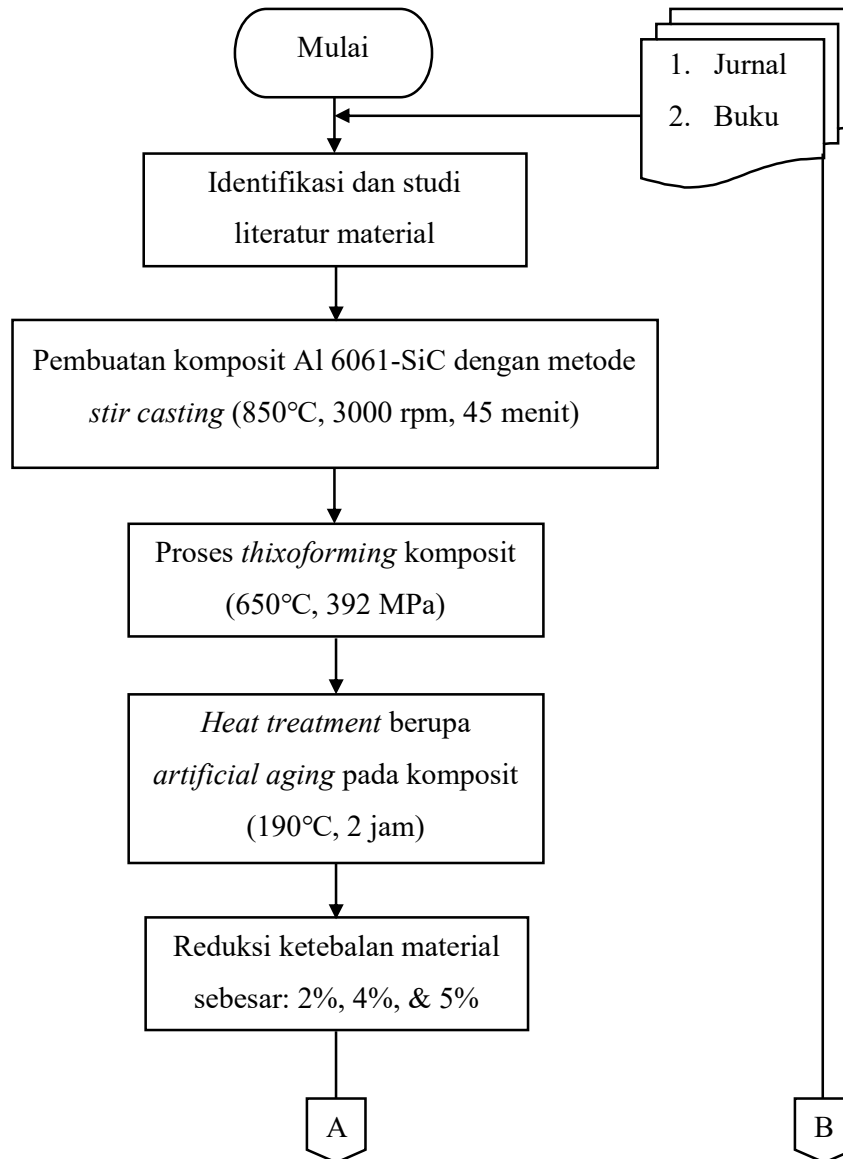
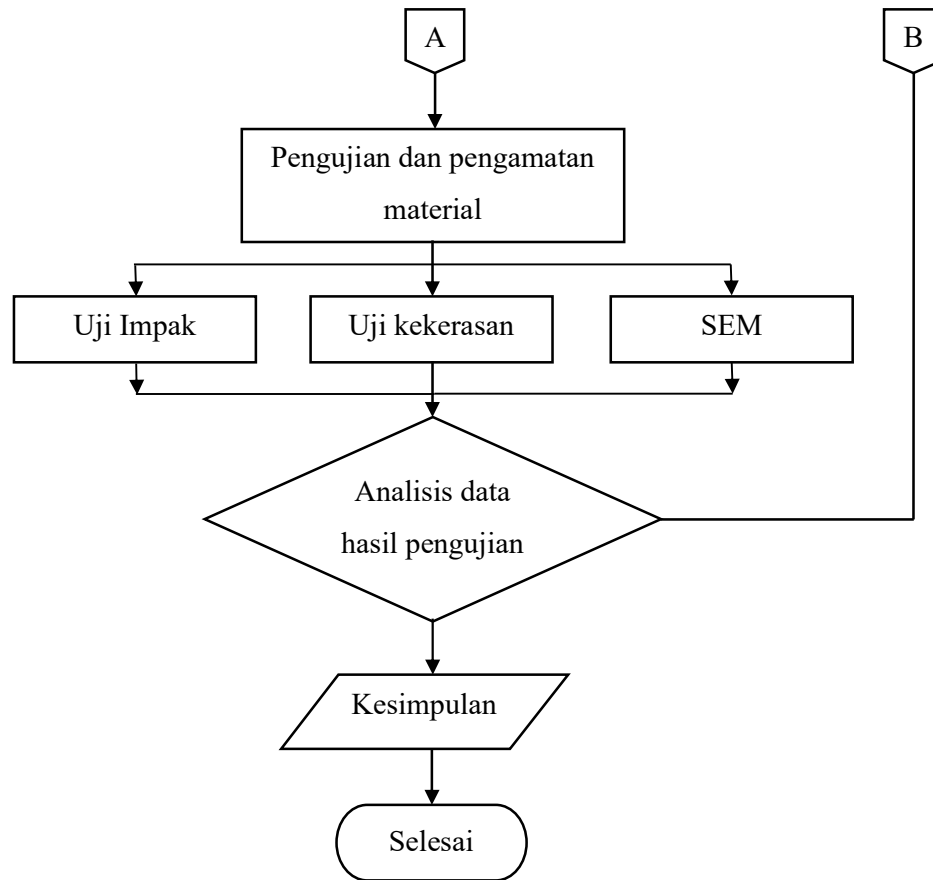


BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian

Penelitian ini diawali dengan pembuatan material komposit dengan proses *stir casting*, *thixoforming*, *artificial aging*, dan *rolling*, kemudian diakhiri dengan *destructive test* dan pengamatan metalografi. Adapun diagram alir penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3.1 berikut,





Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

Adapun penjelasan dari setiap proses pada diagram alir di atas adalah sebagai berikut:

1. Identifikasi dan studi literatur material bahan

Pada penelitian ini terdapat 2 material sebagai bahan utama komposit yaitu: Al 6061 dan SiC. Sebelum melakukan pembuatan dan pengujian sampel, dilakukan identifikasi dan studi berbagai literatur, mulai dari material hingga proses pembentukan sampel.

2. Pembuatan material komposit

Terdapat 2 metode yang digunakan dalam pembuatan komposit ini, yaitu: *stir casting* dan *thixoforming*. Pembuatan material diawali dengan proses *stir casting* untuk menyatukan semua bahan, kemudian dilanjutkan ke proses *thixoforming* untuk pembentukan lanjutan. Proses *stir casting* dilakukan dengan melebur Al 6061 dan SiC dengan tambahan magnesium yang

berperan sebagai *wetting agent*. Kecepatan adukan yang digunakan dalam *stir casting* adalah 3000 rpm. Proses *thixoforming* dilakukan ke material baru yang dihasilkan dari pencampuran pada *stir casting*. Proses *thixoforming* dilakukan pada suhu 650°C dengan tekanan yang diberikan sebesar 392 MPa.

3. *Heat treatment* material

Material yang telah selesai dibuat, diberikan *heat treatment* berupa *artificial aging* yang bertujuan untuk mempercepat pertumbuhan presipitat pada material komposit. Proses *artificial aging* ini dilakukan pada suhu 190°C selama 2 jam.

4. Reduksi ketebalan material

Material komposit yang telah dibentuk dan diberikan *heat treatment*, direduksi ketebalannya dengan metode *rolling*. Reduksi ketebalan dengan *rolling* ini bertujuan untuk membuat partikel-partikel bahan mengisi ruang-ruang kosong dalam material komposit, sehingga diasumsikan kekuatan dari material tersebut akan meningkat. Reduksi yang digunakan adalah sebesar: 2%, 4%, dan 5%.

5. Pengujian dan pengamatan material

Setelah material komposit telah selesai dibuat dan diberikan *heat treatment*, material di preparasi untuk dilakukan pengujian. Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini di antaranya: uji impak, dan uji kekerasan. Selain itu, dilakukan juga pengamatan terhadap struktur material dengan metode SEM (*Scanning Electron Microscopy*).

6. Analisis data pengujian

Setiap analisis yang dilakukan, akan menghasilkan data terkait karakteristik daripada sampel yang telah dibuat. Analisis dilakukan terhadap beberapa karakteristik dari komposit tersebut, mulai dari kekuatan, kekerasan, hingga struktur mikro yang dihasilkan.

7. Kesimpulan

Setelah didapatkan data analisis dari setiap pengujian yang telah dilakukan, dibuat kesimpulan dari hasil penelitian.

3.2 Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam proses penelitian ini di antaranya adalah,

3.2.1 Alat

1. Alat *press*

Merupakan alat yang dibuat dari kombinasi antara: *hydraulic jack* dan rangka besi UNP. Alat ini digunakan untuk proses *thixoforming* yang memerlukan penekanan pada material di dalam cetakan.



Gambar 3.2 Alat *Press*

2. Cetakan (*dies*)

Terbuat dari bahan baja atau logam lainnya yang memiliki titik lebur lebih tinggi daripada aluminium 6061. Cetakan ini digunakan dalam proses *stir casting* dan *thixoforming*, sebagai wadah dari material komposit.



Gambar 3.3 Cetakan atau *Dies*

3. *Infrared thermogun*

Alat pengukur suhu non-kontak, juga disebut *pyrometer* atau termometer inframerah, menggunakan teknologi inframerah untuk mengukur suhu permukaan objek tanpa bersentuhan langsung dengannya.



Gambar 3.4 *Infrared Thermogun*

4. Timbangan digital

Digunakan untuk mengidentifikasi berat bahan atau material yang digunakan dalam penelitian. Selain itu, timbangan ini juga digunakan untuk mengatur komposisi bahan-bahan penyusun material komposit.



Gambar 3.5 Timbangan Digital

5. Gerinda

Alat untuk memotong ataupun membentuk bahan dan material yang digunakan dalam penelitian ini.



Gambar 3.6 Gerinda

6. *Muffle furnace*

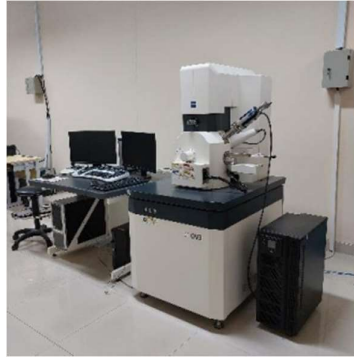
Merupakan alat yang berperan seperti halnya oven. Digunakan untuk memanaskan material tanpa adanya kontak langsung. Alat ini digunakan dalam proses *thixoforming*.



Gambar 3.7 *Muffle Furnace*

7. Alat pengamat struktur mikro

Merupakan alat yang digunakan untuk melihat susunan struktur mikro atau kecil dari suatu material. Pada penelitian ini dilakukan pengamatan struktur mikro dengan metode SEM. Adapun alat yang digunakan adalah Zeiss EVO 10 *Scanning Electron Microscope*.



Gambar 3.8 SEM (*Scanning Electron Microscope*)

8. Alat uji kekerasan

Merupakan alat yang digunakan untuk menguji tingkat kekerasan daripada suatu material. Prinsip kerja dari alat ini adalah dengan memberikan tekanan ke permukaan material menggunakan *indenter*, yang kemudian nilai kekerasan material akan ditampilkan pada *display*. Pengujian kekerasan pada penelitian ini menggunakan *Rockwell Type Hardness Tester FR-X Series*.



Gambar 3.9 *Rockwell Type Hardness Tester FR-X Series*

9. Alat uji impak

Merupakan alat yang dilakukan untuk menguji nilai ketangguhan suatu material dengan melihat kemampuan penyerapan energi yang diberikan kepadanya.



Gambar 3.10 Alat Uji Impak

10. Mesin *roll*

Adalah alat yang digunakan untuk membentuk lembaran logam atau bahan lainnya menjadi profil yang diinginkan. Dalam penelitian ini, mesin *roll* digunakan untuk mereduksi ketebalan material komposit.



Gambar 3.11 Mesin *Roll*

11. Alat peleburan

Adalah kombinasi dari sebuah tungku dan pemanas, yang digunakan untuk melebur bahan-bahan penyusun material yang dilakukan dalam proses *stir casting*.



Gambar 3.12 Alat Peleburan

12. Mesin *grinding and polishing*

Adalah alat yang digunakan untuk meratakan permukaan suatu material. Alat ini bekerja dengan menggerus permukaan material secara bertahap dengan peningkatan mesh amplas yang digunakan, dan pada akhirnya permukaan tersebut dipoles.



Gambar 3.13 Mesin *Grinding and Polishing*

3.2.2 Bahan

1. Aluminium 6061 (Al 6061)

Penelitian ini menggunakan aluminium 6061 sebagai *matrix* daripada material komposit yang diinginkan.



Gambar 3.14 Aluminium 6061

2. Silikon karbida (SiC) bubuk

SiC ini digunakan sebagai penguat pada material komposit yang diinginkan. SiC ini memiliki spesifikasi 1200 mesh.



Gambar 3.15 SiC (Silikon Karbida)

3. Magnesium (Mg) bubuk

Digunakan sebagai bahan pelarut dan *wetting agent* dalam proses *stir casting*, sehingga semua bahan material dapat bercampur secara sempurna.



Gambar 3.16 Mg (Magnesium)

3.3 Prosedur Penelitian

Beberapa prosedur yang dilakukan dalam penelitian ini terdiri dari beberapa proses, di antaranya,

3.3.1 *Stir Casting*

Pembuatan material dalam penelitian ini diawali dengan penyatuan seluruh bahan yang dilakukan dengan proses *stir casting*. Proses ini dipilih supaya penyatuan kedua bahan yaitu: Al 6061 dan SiC, dapat lebih sempurna. Material komposit ini tersusun atas: Al 6061 dengan konsentrasi 90%, SiC dengan konsentrasi 5%, dan Mg dengan konsentrasi 5%. Penentuan konsentrasi dari setiap bahan dipilih berdasarkan fraksi berat. Adapun prosedur *stir casting* yang dilakukan adalah sebagai berikut,

1. Menyiapkan alat dan bahan yang akan digunakan dalam proses *stir casting*. Persiapan ini meliputi: persiapan alat peleburan, pemotongan Al 6061, dan penentuan persentase setiap bahan sesuai dengan komposisi yang telah ditentukan.
2. Meletakkan Al 6061 yang telah disiapkan sebelumnya, ke dalam krusibel. Selanjutnya alat peleburan dinyalakan untuk melebur Al 6061 tersebut. Suhu yang digunakan untuk melebur Al 6061 adalah sekitar 850°C.
3. Setelah Al 6061 sudah melebur dengan sempurna, akan terdapat terak pada bagian permukaan leburan Al 6061 tersebut. Terak yang ada di permukaan, diambil dan dibuang.

4. Mencampurkan leburan Al 6061 dan SiC dengan menggunakan bor tangan yang telah dimodifikasi dengan *impeller* untuk stir casting. Pencampuran ini menggunakan Mg sebagai *wetting agent*, supaya kedua bahan komposit dapat tercampur merata. Adapun kecepatan putaran yang digunakan dalam proses ini adalah 3000 rpm yang dilakukan selama 3 x 5 menit.
5. Menuangkan leburan komposit Al 6061 dan SiC pada saat keduanya sudah tercampur secara merata, ke cetakan yang telah dibersihkan sebelumnya.

3.3.2 Thixoforming

Setelah proses pencampuran bahan Al 6061 dan SiC dengan metode *stir casting* selesai, dilakukan proses *thixoforming*. Proses *thixoforming* ini bertujuan untuk meningkatkan kekuatan dari komposit dengan mengurangi rongga, pori-pori ataupun retak yang dihasilkan dari proses pembentukan sebelumnya. Adapun langkah-langkah proses ini adalah sebagai berikut,

1. Mempersiapkan cetakan berisi *ingot* komposit hasil *stir casting* pada *muffle furnace*, dan mengatur suhu yang akan digunakan yaitu 650°C.
2. Memanaskan komposit beserta cetakannya pada suhu yang telah ditentukan selama ± 45 menit.
3. Mengeluarkan komposit dan cetakannya dari *muffle furnace*, kemudian menekannya menggunakan alat *press*. Tekanan yang digunakan pada proses *pressing* ini adalah 392 MPa, sesuai dengan spesifikasi dongkrak hidrolik yang digunakan pada alat *press*.
4. Diamkan komposit beserta cetakannya dalam kondisi tertekan pada alat *press* selama 5 menit untuk menurunkan suhu komposit dan membuatnya lebih stabil.
5. Dinginkan komposit dan cetakannya dengan cara didiamkan pada udara terbuka. Setelah komposit sudah mendekati suhu ruang, komposit tersebut dikeluarkan dari cetakan.

3.3.3 Heat Treatment

Untuk meningkatkan sifat mekanik dari komposit Al 6061 dan SiC yang telah dibuat, dilakukan proses heat treatment setelah rangkaian proses pembentukan telah selesai. *Heat treatment* yang diberikan pada komposit berupa *solution hardening* dan *quenching*. Berikut adalah langkah-langkah yang dilakukan,

1. Komposit dipanaskan kembali menggunakan *muffle furnace* pada suhu 550°C selama 45 menit. Proses ini disebut *solution hardening*.
2. Melakukan *quenching* menggunakan air es dengan suhu 0°C, setelah proses *solution hardening* selesai dilakukan.

3.3.4 Artificial Aging

Setelah komposit diberikan *heat treatment* berupa *solution hardening* dan *quenching*, untuk meningkatkan kembali kekuatan daripada komposit, dilakukanlah *artificial aging*. Proses ini akan menginduksi perubahan sifat mekanik material secara terkendali. Berikut adalah langkah-langkahnya,

1. Menyusun komposit ke dalam *muffle furnace*.
2. Mengatur suhu ke 190°C dan memanaskan komposit tersebut selama 2 jam.

3.3.5 Rolling

Selanjutnya dilakukan proses *rolling* yang menjadi variabel bebas dalam penelitian ini. Proses ini dilakukan untuk mereduksi ketebalan dari material dengan tujuan untuk memberikan penyebaran yang lebih merata di setiap sisi komposit, dan membantu menutup porositas yang masih terdapat pada komposit. berikut adalah langkah-langkah dari proses *rolling*,

1. Mengidentifikasi dan membedakan sampel komposit yang akan dilakukan *rolling*. Adapun variasi persen reduksi yang digunakan pada setiap sampelnya adalah: 2%, 4%, dan 5%.
2. Melakukan proses *rolling* secara bertahap, dengan tujuan untuk menghindari adanya beban berlebih pada sampel komposit, dan mesin *rolling*.

3. Rolling dilakukan secara bertahap dengan pengurangan ketebalan $\pm 0,5$ mm per 3x *rolling*.

3.3.6 Uji Kekerasan

Untuk mengetahui tingkat kekerasan dari komposit, maka dilakukan uji kekerasan. Pengujian kekerasan ini menggunakan metode *rockwell*, dimana permukaan komposit akan diberikan tekanan berupa penetrasi menggunakan bola baja *indenter*. Standar yang digunakan dalam pengujian kekerasan ini ialah ASTM E18. Pengujian kekerasan ini menggunakan beban sebesar 100 kgf. Berikut langkah-langkah pengujian kekerasan yang dilakukan,

1. Mempersiapkan alat uji dan sampel komposit dengan mengatur keduanya sesuai standar ASTM E18.
2. Sampel komposit disesuaikan pada alat uji. Dilakukan kalibrasi pada sampel hingga lampu indikator menyala pada bagian tombol *start*.
3. Melakukan uji kekerasan sebanyak 3 titik, guna mendapatkan hasil yang lebih akurat.
4. Mencatat nilai kekerasan dari setiap sampel yang ditampilkan pada *display* alat uji kekerasan.

3.3.7 Uji Impak

Selain nilai kekerasan, komposit juga akan dilihat nilai ketangguhannya terhadap beban impact atau tiba-tiba, maka dilakukanlah pengujian impact. Pengujian ini digunakan untuk mengetahui tingkat ketangguhan komposit, dengan mengukur energi maksimal yang dapat diserap oleh komposit tersebut. Uji impact yang dilakukan, menggunakan metode *charpy* dan standar ASTM E23. Berikut langkah-langkah dari pengujian impact yang dilakukan,

1. Mempersiapkan alat uji impact dan sampel material sesuai dengan standar ASTM E23.
2. Memposisikan sampel sesuai dengan metode *charpy*.
3. Mengatur pembebanan yang akan digunakan, yaitu sebesar 300 joule, serta mengkalibrasikan alat uji impact pada indikator.
4. Melepaskan bandul impact dan mengamati nilai impact pada indikator.

5. Mencatat nilai impak dan mengolahnya sesuai dengan rumus yang telah ditentukan.

3.3.8 Pengamatan Metalografi

Pengamatan metalografi juga dilakukan pada komposit yang telah dibuat, dengan menggunakan alat *Scanning Electron Microscopy* (SEM). Pengamatan struktur mikro komposit dilakukan pada bagian permukaan dari sampel. Pengamatan ini dilakukan dengan tujuan untuk menganalisis morfologi, struktur mikro, serta komposisi kimia dari komposit. Berikut langkah-langkah dari pengamatan metalografi yang dilakukan,

1. Melakukan preparasi permukaan sampel dengan menghilangkan kotoran yang terkontaminasi pada sampel
2. Memasang sampel pada *holder*, dan meletakkannya ke dalam ruang uji
3. Mengkondisikan ruang pengujian, yaitu membuatnya menjadi kedap udara
4. Melakukan pengujian dengan perbesaran yang telah ditentukan.

3.2 Variabel Penelitian

Dalam sebuah penelitian, diperlukan adanya variabel yang bertujuan untuk membatasi penelitian tersebut supaya tidak memiliki cakupan yang terlalu luas. Adapun beberapa variabel penelitian ini di antaranya,

1. Variabel bebas
 - a. Variasi persen reduksi ketebalan komposit
2. Variabel terikat
 - a. Data hasil pengujian kekerasan dan impak
3. Variabel kontrol
 - a. Waktu pengadukan dan kecepatan putar pada stir casting
 - b. Suhu dan tekanan pada *thixoforming*
 - c. Suhu *solution hardening*
 - d. Suhu dan waktu *artificial aging*
 - e. Komposisi material penyusun komposit