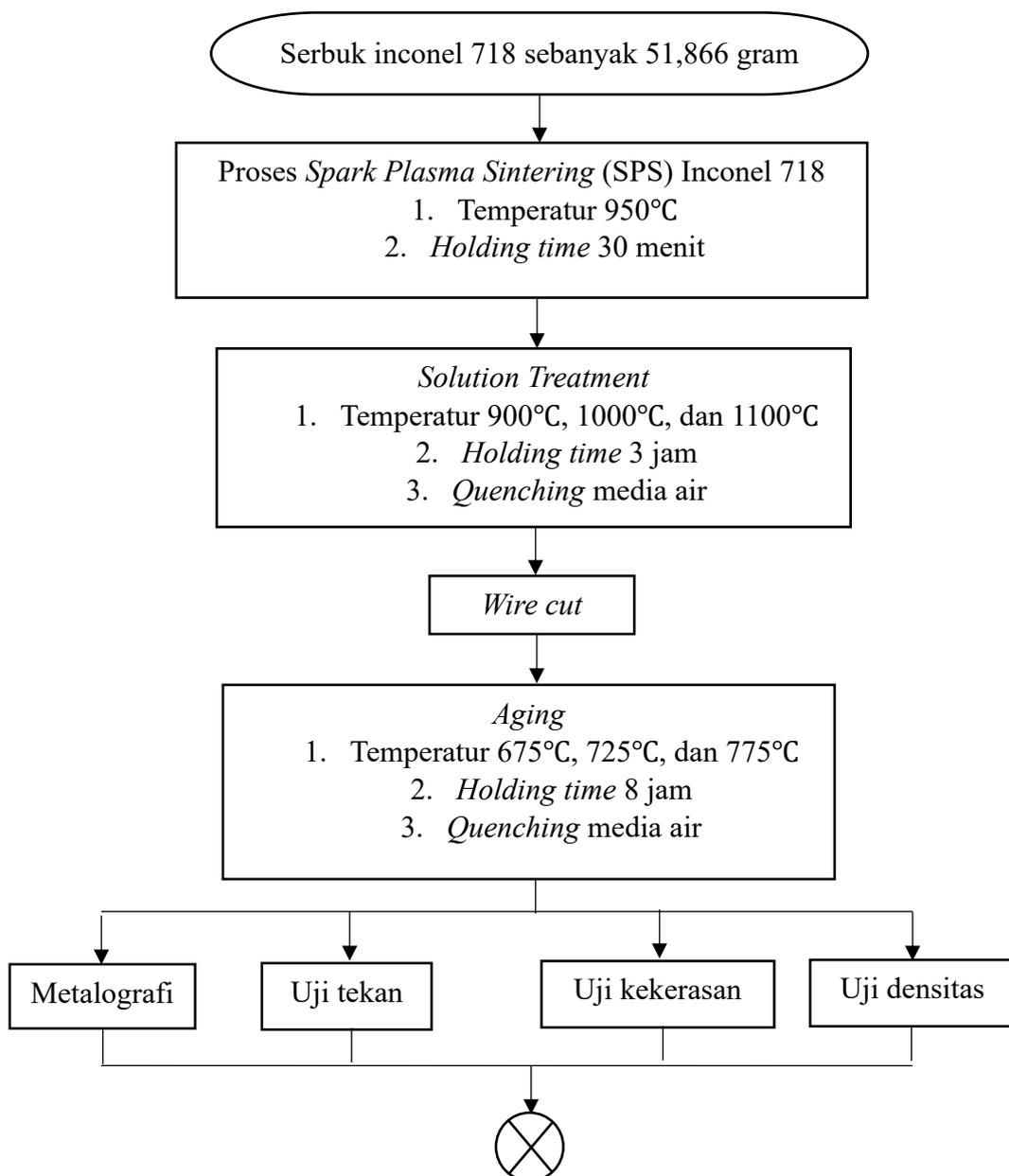


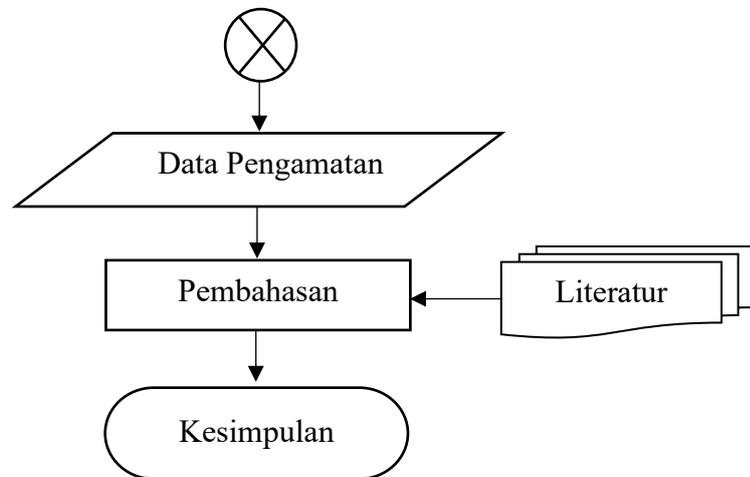
BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian

Berikut ini merupakan diagram alir penelitian yang akan menunjukkan tahapan-tahapan dalam penelitian yang ditunjukkan pada Gambar 3.1.





Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat-alat yang digunakan

Berikut ini merupakan alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini.

- a. Alat Pelindung Diri
- b. Alat Uji Kekerasan *Vickers*
- c. Alat *Universal Testing Machine*
- d. Cetakan (*die* dan *punches*)
- e. *Crucible*
- f. Furnace MTI
- g. Gunting
- h. Jangka Sorong
- i. Mikroskop Optik
- j. Mesin *Grinding*
- k. Mesin *Polishing*

- l. Mesin *Wire Cut*
- m. Mesin *Spark Plasma Sintering (SPS) Fuji SPS-625*
- n. Sarung Tangan
- o. *Stopwatch*
- p. Tang
- q. Timbangan Digital
- r. Wadah Kaca

3.2.2 Bahan-bahan yang digunakan

Berikut ini merupakan bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini:

- a. Alkohol Teknis
- b. Ampelas 80, 120, 240, 400, 800, 1000, 1200, dan 1500 *mesh*.
- c. *Diamond Paste*
- d. *Graphite Paper*
- e. Label
- f. Serbuk Inconel 718
- g. Spidol
- h. Tissue

3.3 Prosedur Penelitian

Berikut ini merupakan prosedur penelitian yang dilakukan pada penelitian ini antara lain:

1. Preparasi Sampel

Dalam penelitian ini menggunakan *raw material* berupa serbuk inconel 718 sebanyak 51,866 gram. Untuk proses *sintering* memerlukan cetakan yang terdiri dari *graphite die* dan *graphite punch*. Cetakan yang dipakai memiliki lebar diameter sebesar 30 mm dan ketebalan sebesar 5 mm. *Graphite die* memiliki bentuk silinder tanpa alas dan penutup sehingga *graphite punch* memiliki fungsi sebagai alas dan untuk menutupi bagian atas dari *graphite die*. Sebelum serbuk dimasukkan ke dalam *graphite die*, dibutuhkan *graphite paper* yang digunakan sebagai selimut dalam *graphite die*, sebagai alas dan penutup atas dari *graphite die*. *Graphite paper* dipotong dengan bentuk persegi panjang sebagai selimut bagian dalam *graphite die* dan bentuk lingkaran sebagai alas dan penutup atas *graphite die*. Kemudian serbuk inconel 718 sebanyak 51,866 gram dimasukkan ke dalam *graphite die*.

2. Proses Spark Plasma Sintering

Pada penelitian ini proses *sintering* dilakukan menggunakan alat *spark plasma sintering* (SPS) Fuji SPS-625 seperti pada Gambar 3.2 berikut.



Gambar 3.2 *Spark Plasma Sintering* (SPS) Fuji SPS-625

Untuk mengatur posisi *graphite spacer* dapat diatur pada layar monitor Z-axis control seperti pada Gambar 3.3. Tombol UP digunakan untuk menaikkan posisi *graphite spacer* bagian bawah ke atas. Sedangkan, tombol DOWN digunakan untuk menurunkan posisi *graphite spacer* bagian atas ke bawah. Posisi kedua *graphite spacer* diatur pada layar Z-axis control. Jika pada layar Z-axis control menunjukkan angka 0,00 maka menandakan posisi cetakan dan *graphite spacer* dalam keadaan rapat.



Gambar 3.3 Spark Plasma Sintering Monitor Controlling

Dengan menggunakan alat *spark plasma sintering* ini dapat mengatur tekanan kompaksi, perlakuan temperatur, dan vakum dalam satu proses. Parameter proses *spark plasma sintering* pada penelitian ini menggunakan tekanan sebesar 16 kN dan *heating rate* sebesar 50°C / menit. Adapun sampel yang akan dibuat pada penelitian ini adalah sebanyak tiga sampel seperti pada Gambar 3.4. Setiap sampel masing-masing diberikan temperatur SPS sebesar 950°C dengan *holding time* selama 30 menit. Proses SPS ini memiliki hasil akhir berupa padatan dengan bentuk silinder yang memiliki tinggi rata-rata sebesar ± 5 mm.



Gambar 3.4 Hasil Proses SPS Sampel Inconel 718

Produk hasil SPS paduan Inconel 718 dipotong menggunakan teknologi *wire cut* dimana 1 sampel dipotong menjadi 15 bagian untuk dilakukan berbagai pengujian, adapun hasil pemotongan *wire cut* dapat dilihat pada Gambar 3.5 berikut.



Gambar 3.5 *Wire Cut* Hasil Proses SPS

Berikut merupakan jumlah sampel yang akan dilakukan proses *solution treatment* dan *aging* dengan menggunakan variasi temperatur *solution treatment* dan *aging* untuk pengujian struktur mikro dan sifat mekanik yang dapat dilihat pada Tabel 3.1 berikut.

Tabel 3.1 Sampel yang Digunakan Untuk Pengujian

No.	Temperatur (°C)
1	ST 900 A 675
2	ST 900 A 725
3	ST 900 A 775
4	ST 1000 A 675
5	ST 1000 A 725
6	ST 1000 A 775
7	ST 1100 A 675
8	ST 1100 A 725
9	ST 1100 A 775

3. Pengamatan Metalografi

Metalografi dilakukan untuk mendapatkan struktur makro dan mikro dari suatu logam dengan tujuan agar material tersebut dapat dianalisa sifat ataupun karakteristiknya. Untuk pengamatan struktur mikro yang terbentuk dilakukan dengan menggunakan mikroskop optik. Proses dimulai dengan sampel di-*mounting* menggunakan resin dan *hardener* agar memudahkan dalam proses *grinding* dan *polishing* pada permukaan sampel nantinya. Proses *grinding* dan *polishing* dilakukan menggunakan alat yang dapat dilihat pada Gambar 3.6 berikut.



Gambar 3.6 Proses *Grinding* dan *Polishing*

Selanjutnya dilakukan proses pengamplasan (*grinding*). *Grinding* dilakukan untuk mereduksi material suatu permukaan dengan gerakan abrasif. Saat meratakan permukaan sampel harus diiringin dengan air yang mengalir dengan tujuan agar permukaan sampel tidak menghasilkan panas yang terlalu tinggi dan mencegah terjadinya kerusakan pada permukaan sampel. Pada penelitian ini dilakukan proses *grinding* menggunakan kertas amplas dengan ukuran 80, 120, 240, 400, 800, 1000, 1200, dan 1500 *mesh*. Kemudian proses dilanjutkan ke dalam proses pemolesan (*polishing*) menggunakan cairan *diamond paste* dengan ukuran 3,0 μm . *Polishing* dilakukan untuk menghaluskan permukaan sampel hingga tidak memiliki goresan dan mengkilap seperti cermin. Permukaan sampel tidak boleh bergelombang dan kasar karena dikhawatirkan cahaya dari mikroskop akan memantul secara acak terhadap sampel yang akan diamati sehingga ketika mengamati struktur mikronya akan sulit dilakukan. Setelah proses *polishing*, proses dilanjutkan ke dalam proses etsa. Etsa (*etching*) dilakukan untuk mengikis batas butir secara selektif dengan metode pencelupan ke dalam larutan

pengetsa terhadap permukaan sampel agar detail struktur mikro yang diamati dapat dilihat secara jelas. Proses *etching* dilakukan menggunakan bahan berupa 5 ml H_2SO_4 , 8 gr CrO_3 , dan 85 ml H_3PO_4 sesuai dengan ASTM E407 dan hasil akhirnya dapat dilihat pada Gambar 3.7 berikut.



Gambar 3.7 Sampel Inconel 718 Setelah *Etching*

Setelah proses-proses untuk metalografi dilakukan, dilanjutkan dengan pengamatan metalografi dilakukan menggunakan mikroskop optik seperti pada Gambar 3.8. Pengamatan dilakukan menggunakan perbesaran 200 untuk setiap sampel. Dengan menggunakan mikroskop optik ini dapat dilihat batas butir, ukuran butir, dan bentuk struktur material.



Gambar 3.8 Mikroskop Optik

4. Pengujian Densitas

Hasil SPS paduan inconel 718 yang telah menjadi padatan (*bulk*) dilakukan uji densitas dengan menggunakan timbangan digital yang dilengkapi dengan kit pengukur densitas yang memungkinkan pengukuran massa dan volume secara otomatis. Timbangan ini menggunakan metode archimedes, yang melibatkan pengukuran berat di udara dan di dalam air untuk menghitung volume material yang dapat dilihat pada Gambar 3.9. Paduan ditimbang menggunakan timbangan digital dan aquades digunakan yang memiliki fungsi sebagai cairan imersi. Untuk melakukan uji densitas ini memerlukan timbangan, gelas beaker, kawat tipis. Timbangan digunakan untuk mengukur massa benda di udara dan di dalam air. Gelas beaker digunakan untuk merendam sampel sepenuhnya. Kawat tipis digunakan untuk menahan dan menimbang sampel di dalam air.



Gambar 3.9 Alat Uji Densitas

5. Pengujian Kekerasan *Vickers*

Uji kekerasan dilakukan untuk mengetahui ketahanan suatu material terhadap deformasi pada permukaan material. Uji kekerasan pada penelitian ini dilakukan menggunakan metode *Vickers*. Uji kekerasan *vickers* merupakan salah satu metode uji kekerasan yang menggunakan indenter intan yang berukuran kecil dan memiliki ukuran geometri dengan bentuk dengan beban 1-120 kgf. Pembebanan terhadap material dilakukan selama 12 detik dengan pengambilan data di 5 titik pada permukaan material. Kondisi bebas dari bidang, regangan, tegak lurus pada sumbu indenter yang diberikan pada permukaan sampel. Indenter diturunkan secara perlahan <1 mm dengan kondisi bebas dari getaran. Permukaan sampel uji akan membentuk persegi dengan panjang diagonal 1 dan diagonal 2 saat indenter diberikan pada permukaan sampel uji. Selanjutnya, saat indenter piramida sampai pada permukaan sampel akan terlihat condong ke dalam dan membentuk sudut 136° . Alat *Micro vicker hardness* dapat dilihat pada Gambar 3.10 berikut.



Gambar 3.10 *Micro Vickers Hardness* HM-200

6. Pengujian Tekan

Uji tekan dilakukan untuk menentukan kekuatan tekan serta kemampuan suatu material agar pulih setelah diberikan gaya tekan dalam jangka waktu tertentu. Sampel dijepit di antara dua pelat tekanan dan ditekan di bawah gaya yang meningkat. Uji tekan dilakukan hingga paduan mengalami retak. Gaya berupa kurva direkam pada monitor komputer yang telah terkoneksi dengan alat uji tekan. Kemudian gaya dicatat sebagai fungsi kompresi spesimen, perekaman kurva selama pengujian (*geometry-dependent*) kemudian diubah menjadi diagram tegangan tekan *geometry independent*. Uji tekan dilakukan dengan menggunakan alat *universal testing machine* seperti pada Gambar 3.11 berikut.



Gambar 3.11 Alat *Universal Testing Machine*