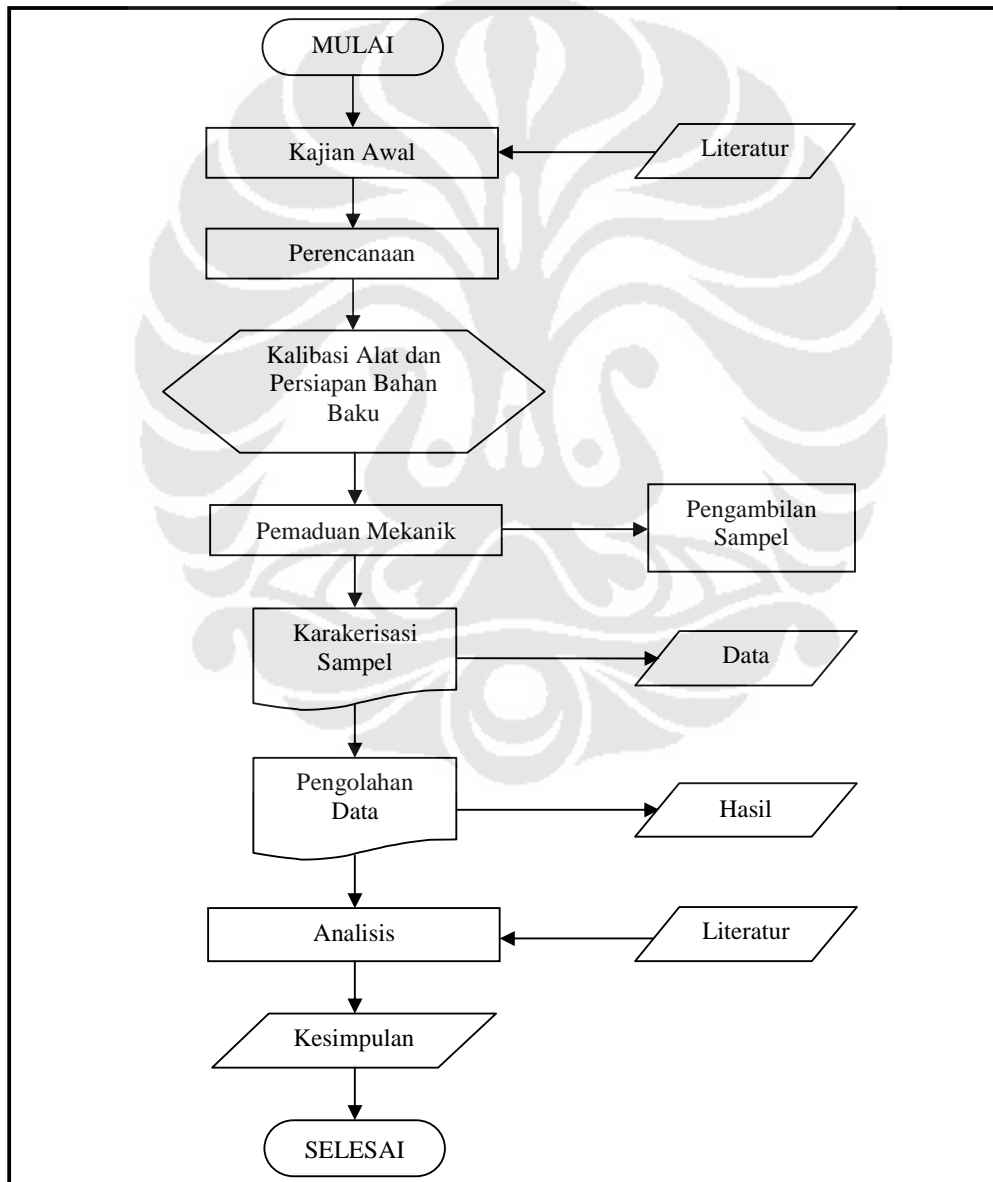


BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. DIAGRAM ALIR PENELITIAN



Gambar 3.1. Diagram alir penelitian

3.2. VARIABEL PENELITIAN

Variabel penelitian yang akan diteliti adalah komposisi unsur Cr dalam campuran serbuk Fe-50at.%Al dan waktu penggilingan campuran serbuk tersebut. Komposisi campuran serbuk yang akan diteliti adalah: Fe-50at.%Al, Fe-50at.%Al-1at.%Cr dan Fe-50at.%Al-3at.%Cr. Sedangkan waktu penggilingan serbuk yang akan diteliti adalah: 4 jam, 8 jam, 16 jam dan 32 jam.

Tabel 3.1. *Variabel* komposisi campuran serbuk

Unsur	Persen atom (at.%)		
	Komposisi 1	Komposisi 2	Komposisi 3
Fe	50	49	47
Al	50	50	50
Cr	0	1	3

3.3. TAHAPAN PENELITIAN

Tahapan penelitian yang akan dilakukan antara lain: kalibrasi alat ukur, persiapan bahan baku, proses penggilingan dan karakterisasi sampel.

3.3.1. Kalibrasi Alat Ukur

Pada penelitian ini, alat ukur yang akan digunakan pada proses persiapan bahan baku adalah timbangan digital, sedangkan alat ukur yang akan digunakan pada proses karakterisasi sampel adalah alat uji kekerasan *vickers*.

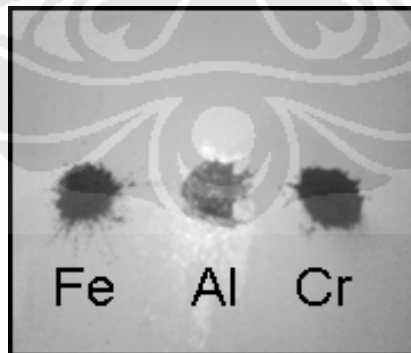
Proses kalibrasi timbangan digital dilakukan dengan cara membersihkan wadah timbangan dari kotoran dan mengatur angka yang terdapat pada layar timbangan sedemikian rupa sehingga angka tersebut bernilai nol untuk setiap digitnya. Sedangkan proses kalibrasi alat uji kekerasan *vickers* dilakukan dengan menggunakan standard Komite Akreditasi Nasional (KAN) DPLP 05 Rev. 0 SR 01 : Persyaratan Tambahan Untuk Laboratorium Pengujian Mekanik.



Gambar 3.2. alat uji kekerasan *vickers*

3.3.2. Persiapan Bahan Baku

Bahan baku yang akan digunakan untuk membuat sampel ada dua jenis, yaitu campuran serbuk dan *substrate*. Campuran serbuk yang digunakan terdiri dari: serbuk besi (kadar Fe > 99%), serbuk aluminium (kadar Al > 90%) dan serbuk kromium (kadar Cr > 99%). Serbuk besi dan aluminium diperoleh dari Merck Co. Ltd., sedangkan serbuk kromium diperoleh dari Soekawa Chemicals. Masing-masing serbuk tersebut ditimbang dengan menggunakan timbangan digital sesuai dengan komposisi yang akan diteliti dalam *variabel* komposisi penelitian dan kemudian dicampur.



Gambar 3.3. Serbuk besi, aluminium dan kromium

Substrate merupakan media yang akan dilapisi oleh campuran serbuk. Material yang akan digunakan sebagai *substrate* terbuat baja karbon sedang AISI 1045. Dimensi *substrate* yang akan dilapisi berdiameter 10 mm dengan tebal 3 mm.



Gambar 3.4. *Substrate* baja karbon AISI 1045

3.3.3. Proses Penggilingan

Proses penggilingan dilakukan dengan menggunakan alat penggiling *High Energy Mill – Elips 3 Dimentions* (HEM-E3D) buatan Laboratorium Material Lanjut dan Nanoteknologi Pusat Penelitian Fisika Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia [26].



Gambar 3.5. HEM-E3D [15]

Wadah penggilingan yang digunakan terbuat dari baja kromium, sedangkan bola giling yang digunakan terbuat dari baja D2. Ukuran bola giling yang digunakan ada dua jenis, yaitu bola giling besar berdiameter 10 mm dengan berat 3,5 gram dan bola giling kecil berdiameter 5 mm dengan berat 0,5 gram. Perbandingan antara berat bola giling terhadap berat campuran serbuk dalam wadah penggiling yang digunakan sebesar 8 : 1. Jumlah bola giling besar adalah 20 buah, sedangkan jumlah bola giling kecil adalah 100 buah. Berat total bola giling adalah 120 gram, sedangkan jumlah total campuran serbuk adalah 15 gram. Proses penggilingan dilakukan dalam lingkungan *inert* berisi gas argon dengan kecepatan putaran wadah penggilingan mencapai 500 rpm.



Gambar 3.6. Wadah penggilingan

3.3.3.1. *Conditioning*

Proses *conditioning* merupakan proses pelapisan permukaan wadah penggilingan dan bola giling untuk mencegah terjadinya kontaminasi material wadah penggilingan dan bola giling pada campuran serbuk saat proses penggilingan berlangsung. Material yang digunakan untuk melapisi wadah penggilingan dan bola giling adalah campuran serbuk besi dan serbuk aluminium. Proses tersebut dilakukan dengan cara memasukkan campuran serbuk besi dan aluminium secukupnya ke dalam wadah penggilingan yang berisi bola-bola giling selama 30 menit. Setelah selesai, serbuk yang tersisa dalam wadah penggilingan dibersihkan dengan menggunakan *tissue* dan alkohol lalu dikeringkan.

3.3.3.2. *Penggilingan dan pengambilan sampel*

Setelah proses *conditioning* selesai dilakukan, 4 buah *substrate* dan campuran serbuk yang telah ditimbang sebelumnya dengan menggunakan timbangan digital dimasukkan ke dalam wadah penggilingan yang berisi bola-bola giling dalam lingkungan gas argon kemudian dilakukan proses penggilingan selama 32 jam. Setiap penggilingan selama 5 menit, HEM-E3D akan berhenti secara otomatis selama 1 menit untuk menjaga agar temperatur serbuk tetap berada di sekitar temperatur ruang dan setiap penggilingan 4 jam, 8 jam, 16 jam dan 32 jam akan dilakukan pengambilan sampel *substrate* dan serbuk untuk kemudian dikarakterisasi. Jumlah *substrate* yang diambil untuk setiap waktu pengambilan sampel adalah 1 buah, sedangkan jumlah serbuk yang diambil kira-

kira sebanyak 2 *spatula*. Proses pengambilan sampel tersebut juga dilakukan dalam lingkungan gas argon.

3.3.4. Karakterisasi Sampel

Sampel serbuk dan *substrate* yang telah diambil pada proses penggilingan sebelumnya akan dikarakterisasi untuk menyelidiki pengaruh *variabel* komposisi Cr dalam campuran serbuk Fe-50at.%Al dan waktu penggilingannya. Jenis karakterisasi yang akan dilakukan pada sampel serbuk secara berurutan adalah: uji XRD dan SEM, sedangkan jenis karakterisasi yang akan dilakukan pada sampel *substrate* secara berurutan adalah: uji XRD, SEM-EDX dan kekerasan *vickers*. XRD yang digunakan pada penelitian ini adalah buatan Philips tipe PW 2213/20 yang terdapat di laboratorium XRD Badan Tenaga Atom Nasional (BATAN), SEM yang digunakan adalah buatan Leo tipe 420i dengan EDX buatan Oxford yang terdapat di Laboratorium SEM Departemen Teknik Metalurgi dan Material Fakultas Teknik Universitas Indonesia, sedangkan pengujian kekerasan mikro dilakukan dengan menggunakan alat uji kekerasan *vickers* yang terdapat di Laboratorium *Non-Destructive Test* (NDT) Departemen Teknik Metalurgi dan Material Fakultas Teknik Universitas Indonesia juga.



Gambar 3.7. X-Ray Diffraction (XRD) dan Scanning Electron Microscopy (SEM)

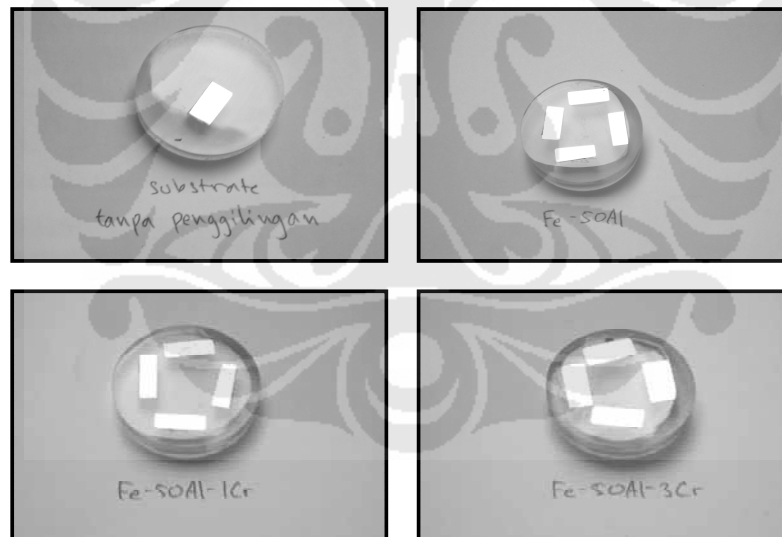
Khusus untuk sampel *substrate*, sampel tersebut dipotong terlebih dahulu dengan menggunakan *low speed diamond saw* buatan Maruto Instrument Co. Ltd (Jepang) yang terdapat di Bengkel Mekanik Departemen Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia sebelum proses karakterisasi dilakukan. Pemotongan sampel *substrate* dilakukan secara melintang

agar dapat dilihat dengan jelas lapisan campuran serbuk yang terbentuk pada permukaannya.



Gambar 3.8. Low speed diamond saw

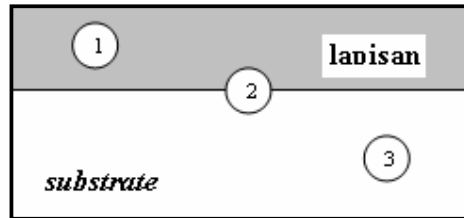
Setelah sampel *substrate* tersebut dipotong menjadi 2 bagian, salah satu bagian potongannya akan di-*mounting* untuk memudahkan proses selanjutnya, yaitu, pengamplasan dan pemolesan. Sebagai pembandingan, sampel *substrate* sebelum digiling juga dipotong dan di-*mounting* untuk dikarakterisasi.



Gambar 3.9. Sampel yang telah di-*mounting*

Pengujian serbuk dilakukan untuk menganalisis fasa intermetalik yang terbentuk, evolusi serbuk dan ukuran kristalnya. Sedangkan pengujian *substrate* dilakukan untuk menganalisis fasa intermetalik yang terbentuk, ketebalan dan distribusi lapisan serbuk dan sifat mekanik lapisan yang terbentuk. Khusus untuk

pengujian kekerasan *vickers*, sampel yang telah di-*mounting* yang diuji pada titik-titik tertentu, yaitu pada bagian *substrate*, antarmuka dan lapisannya.



Gambar 3.10. Titik-titik uji kekerasan pada sampel

