

BAB III METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian eksperimental nyata (*true experimental research*) yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh *plasma nitriding* terhadap kekerasan permukaan dan komposisi pada material aluminium alloy 6061, dengan asumsi variabel yang lain dijaga konstan. Kajian *literature* dari berbagai sumber baik dari buku, jurnal maupun dari internet juga dilakukan untuk menambah informasi yang diperlukan.

3.1 Tempat Penelitian

Tempat yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

- Laboratorium NC/CNC, Jurusan Teknik Mesin, Universitas Brawijaya.
Untuk proses pembuatan bentuk silinder pada spesimen uji
- Laboratorium Fisika Material, Jurusan Fisika, Universitas Brawijaya.
Untuk proses pengujian *plasma nitriding* pada spesimen.
- Laboratorium Pengujian Bahan, Jurusan Teknik Mesin, Universitas Brawijaya.
Untuk proses pengujian kekerasan permukaan spesimen.
- Laboratorium Sentral, Jurusan Teknik Mesin, Universitas Brawijaya.
Untuk proses pengujian SEM.
- Laboratorium Sentral *Biosains*, Universitas Brawijaya.
Untuk proses pengujian EDAX.

3.2 Variabel Penelitian

Variabel-variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Variabel Bebas

Variabel bebas adalah variabel yang besarnya ditentukan sebelum penelitian.

Variabel yang digunakan adalah :

- Waktu tekanan *chamber* mulai dari 100 mTorr, 200 mTorr dan 300 mTorr

2. Variabel Terikat

Variabel terikat adalah variabel yang besarnya tergantung dari variabel bebas

.Variabel terikatnya adalah :

- Kekerasan Permukaan (VHN)

3. Variabel Terkontrol

Variabel terkontrol adalah variabel yang besar nilainya dibuat konstan. Dalam penelitian ini, variabel kontrolnya adalah :

- *Temperature* pemanasan *chamber plasma nitriding* 150°C.
- *Temperature* pendinginan udara 28°C.
- *Power input* 40 watt.
- Menggunakan gas nitrogen dengan tingkat C. dengan spesifikasi :
 1. 99,9% Nitrogen
 2. 2,6 ppm O₂
 3. 2,5 ppm H₂O
- Beban penekanan uji kekerasan mikro *vickers* 100 gr.
- Menggunakan *power input* penyinaran SEM 5 kV.

3.3 Alat dan Bahan Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Mesin CNC TU-2A

Alat yang digunakan untuk membuat pola ceruk (*rectangle pocket*) pada spesimen uji.

2. Mesin Uji Kekerasan Permukaan *Micro Vickers*

Digunakan untuk uji kekerasan permukaan pada spesimen uji.

3. Mesin Uji *Plasma Nitriding*

Alat yang digunakan untuk memberikan *surface treatment* pada spesimen uji.

4. Mesin Uji SEM-EDAX

Alat yang digunakan untuk mengetahui mikrostruktur dan komposisi kandungan pada spesimen uji.

5. Perlatan *Safety*

Alat yang digunakan untuk pengaman tubuh pada saat melakukan penelitian *surface treatment plasma nitriding*.

6. *Stopwatch*

Alat yang digunakan untuk mengukur lama waktu proses *plasma nitriding*.

7. Kamera *Digital*

Alat yang digunakan untuk dokumentasi selama proses penelitian.

Bahan penelitian :

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah aluminium *alloy* 6061, yang mengandung unsur paduan Al-Mg-Si. Berstandart AISI.

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Prosedur Pembuatan Spesimen

Berikut spesifikasi dari mesin CNC TU-2A yang digunakan untuk membuat spesimen uji.



Gambar 3.1 Mesin CNC TU-2A

Sumber : Laboratorium NC/CNC Teknik Mesin Universitas Brawijaya

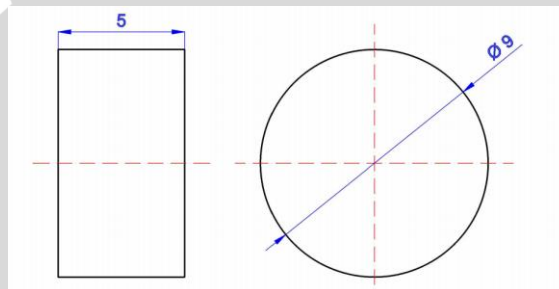
Spesifikasi mesin CNC TU-2A :

- Merk = Emco
- Jenis = *Turning*
- Model = CNC TU-2A
- Spesifikasi utama = Putaran = 50 – 3200 rpm
- Daya *input* = 500 watt
- Daya *output* = 300 watt
- Jumlah pahat = 6 biji.
- Kapasitas = *Max. Turning Dia* = 36 mm
Max. Turning Length = 40 mm
Distance between centers = 40 mm
- Gerak Makan = Jarak sumbu x = 59.99 mm
 Jarak sumbu z = 327.60 mm

- $Feed\ max = 2 - 499\ mm/mm$
 $2 - 199\ inc/min$
- Ketelitian = 0.01 mm

Langkah-langkah dalam pembuatan spesimen menggunakan mesin CNC TU-2A ialah sebagai berikut :

1. Persiapan percobaan, yaitu menyiapkan bahan aluminium *alloy* dan meyiapkan mesin NC/CNC TU-2A.
2. Menyiapkan aluminium *alloy* 6061 berbentuk silinder sebanyak 12 buah.
3. Membentuk spesimen sesuai dengan dimensi sebanyak 12 buah dengan menggunakan mesin NC/CNC TU-2A.
4. Selesai.



Gambar 3.2 Dimensi spesimen uji aluminium alloy 6061

3.4.2 Prosedur Uji Plasma Nitriding

Langkah-langkah proses *surface hardening* menggunakan metode *plasma nitriding* ialah sebagai berikut :

1. Menyiapkan 12 buah spesimen yang telah dibentuk menggunakan mesin CNC TU-2A.
2. Menyeting mesin *plasma nitriding* dengan ketentuan :
 - Suhu pemanasan *plasma nitriding* 150°C.
 - *Power input* yang diberikan sebesar 40 watt.
3. 3 Spesimen pertama tidak diuji *plasma nitriding*, karena digunakan sebagai spesimen awal.
4. Spesimen 4, 5 dan 6 dimasukkan ke dalam dapur pemanasan dengan *temperature* 150°C variasi tekanan *chamber* sebesar 100 mTorr.
5. Spesimen 7, 8 dan 9 dimasukkan ke dalam dapur pemanasan dengan *temperature* 150°C variasi tekanan *chamber* sebesar 200 mTorr.

6. Spesimen 10, 11 dan 12 dimasukkan ke dalam dapur pemanasan dengan *temperature* 150°C variasi tekanan *chamber* sebesar 300 mTorr
7. Setelah dilakukan proses pemanasan pada kesembilan spesimen selesai, kemudian spesimen didinginkan dengan suhu ruangan (28°C)
8. Selesai



Gambar 3.3 Mesin uji *Plasma Nitriding*

Sumber : Laboratorium Fisika Material Fisika Universitas Brawijaya

3.4.3 Prosedur Uji Kekerasan Permukaan Micro Vickers

Berikut spesifikasi dari mesin Uji kekerasan Permukaan *Micro Vickers* yang digunakan untuk menguji kekerasan permukaan.



Gambar 3.4 Mesin uji Kekerasan Permukaan Mikro *Vickers*

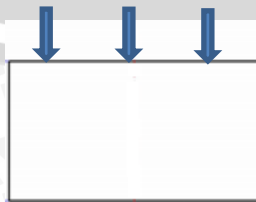
Sumber : Laboratorium Pengujian Bahan Teknik Mesin Universitas Brawijaya

Spesifikasi mesin Micro Vickers Hardness Tester :

- *Merk* = *Time*
- *Test Force* = (0.098, 0.246, 0.49, 0.98, 1.96, 2.94, 4.90, 9.80) N (10, 25, 50, 100, 200, 300, 500, 1000) gF
- *Carriage Control* = *Loading dwell/unloading (automatic)*
- *Amplification of the Microscope* = 100x, 400x
- *Dwell Time of the Test Force* = (5-60) s
- *Min. Graduation Value of the Testing Drum Wheel* = 0.0625 μm
- *Testing Field* = 1 HV – 2967 HV
- *Dimension of the XY Table* = 100 x 100 mm
- *Movement Field of the XY Table* = 25 x 25 mm
- *Max. Height of the specimen* = 70 mm
- *Max. width of the specimen* = 95 mm
- *Light source* = *Cold light source*
- *Power supply* = 110V/220V, 60/50Hz
- *Dimensions* = 425x245x490 mm

Langkah-langkah dalam pengujian kekerasan permukaan spesimen menggunakan mesin uji *vickers* ialah sebagai berikut :

1. Menyiapkan 3 buah spesimen (spesimen dengan variabel bebas) dan 1 buah spesimen awal tanpa perlakuan.
2. Menyeting mesin *Micro Vickers Hardness Tester* dengan pembebanan 100 gr.
3. Memberikan pembebanan pada ketiga titik permukaan spesimen (3 titik biru pada gambar 3.5)
4. Melakukan analisa dan pembahasan dari data-data yang diperoleh.
5. Selesai.



Gambar 3.5 3 titik penekanan pada permukaan

3.4.4 Prosedur Uji SEM



Gambar 3.6 Mesin uji SEM

Sumber : Laboratorium Sentral Teknik Mesin Universitas Brawijaya Malang

Berikut spesifikasi dari mesin SEM yang digunakan untuk melihat difusi pada spesimen.

- *System Imaging module, 19" touch-screen monitor, rotary knob, mouse, diaphragm vacuum pump, power supply, USB 2.0 flash drive*
- *Imaging Modes*
 - *Light Optical Magnification: 20 – 120x*
 - *Electron Optical Magnification range: 80 – 45,000x (Digital zoom: max. 12x)*
- *Illumination*
 - *Light Optical Selectable axial and off-axis LEDs*
 - *electron optical Long-lifetime thermionic source*
 - *acceleration Voltage 5 kV*
 - *Resolution 25 nm*
- *Digital Image Detection*
 - *Light optical color navigation camera*
 - *electron optical high-sensitivity backscattered electron detector (compositional and topographical modes)*
- *Image Format JPEG, TIFF, BMP*
- *Image Resolution Options 456 x 456, 684 x 684, 1024 x 1024 and 2048 x 2048 pixels*
- *Pixel Resolution 2.9 nm*
- *Data Storage USB 2.0 Flash drive*

- *Sample Stage Computer-controlled motorized X and Y*
 - *Sample Size 25 mm (dia) x 30 mm (h)*
 - *Sample Loading Time*
 - *Light optical < 5 s*
 - *electron optical < 30 s*
 - *Dimensions & Weight*
 - *Imaging Module 286 (w) x 566 (d) x 495 (h) mm, 50 kg*
 - *Diaphragm Vacuum Pump 145 (w) x 220 (d) x 213 (h) mm, 4.5 kg*
 - *Power Supply 156 (w) x 300 (d) x 74 (h) mm, 3 kg*
 - *Monitor 375 (w) x 203 (d) x 395 (h) mm, 7.9 kg*
 - *Ambient Temperature 15°C ~ 30°C (59°F ~ 86°F)*
 - *Humidity < 80 % RH*
 - *Power Single-phase AC 110 – 240 Volt, 50/60 Hz, 300 W (max.)*
 - *Recommended Table Size 120 x 75 cm, load rating of 100 kg*
- Langkah-langkah dalam pengujian struktur morfologi spesimen menggunakan mesin uji SEM ialah sebagai berikut :

1. Menyiapkan 4 buah spesimen yang memiliki nilai kekerasan yang paling signifikan. (spesimen awal, spesimen dengan tekanan *chamber* 100 mTorr, spesimen dengan tekanan *chamber* 200 mTorr dan spesimen dengan tekanan *chamber* 300 mTorr).
2. Menyeting mesin SEM (*Scanning Electron Microscope*) dengan power input penyinaran 5 kV.
3. Spesimen awal dipasang pada mesin uji SEM, lalu difoto.
4. Spesimen dengan tekanan *chamber* 100 mTorr dipasang pada mesin uji SEM, lalu difoto.
5. Spesimen dengan tekanan *chamber* 200 mTorr dipasang pada mesin uji SEM, lalu difoto.
6. Spesimen dengan tekanan *chamber* 300 mTorr dipasang pada mesin uji SEM, lalu difoto.
7. Melakukan analisa dan pembahasan dari data-data yang diperoleh.
8. Selesai.

3.4.5 Prosedur Uji EDAX

TM3000 merupakan mikroskop elektron dari Hitachi. TM3000 dapat digunakan sampai perbesaran 30.000X. Sampel yang diperlukan tidak harus

berukuran kecil sehingga sampel besar tidak perlu dilakukan pemotongan. TM3000 tidak hanya digunakan untuk pengamatan sampel logam (*metal*) namun dapat digunakan untuk pengamatan sampel biologis (contoh: *eksoskeleton*, bakteri, *biofilm*, alga, daun, kulit, dsb.).



Gambar 3.7 Mesin uji EDAX
Sumber : Laboratorium Sentral Universitas Brawijaya Malang

Selain untuk pengamatan perbesaran tinggi, TM3000 dilengkapi dengan *SwiftED 3000 X-Ray Microanalysis* yang dapat digunakan untuk analisis unsur-unsur yang terdapat pada sampel uji.

Langkah-langkah dalam pengujian komposisi unsur spesimen menggunakan mesin uji EDAX ialah sebagai berikut :

1. Khusus pada spesimen dengan tekanan *chamber* 200 mTorr dan 300 mTorr, spesimen diuji tambahan dengan pengujian EDAX untuk mengetahui komposisi kandungan spesimen.
2. Menyiapkan 2 buah spesimen yang memiliki nilai kekerasan yang paling signifikan. (spesimen tekanan *chamber* 200 mTorr dan spesimen dengan tekanan *chamber* 300 mTorr).
3. Menyetting mesin EDAX.
4. Spesimen dengan tekanan *chamber* 200 mTorr dipasang pada mesin uji EDAX, lalu dilakukan EDAX.
5. Spesimen dengan tekanan *chamber* 300 mTorr dipasang pada mesin uji EDAX, lalu dilakukan EDAX.
6. Melakukan analisa dan pembahasan dari data-data yang diperoleh.
7. Selesai.

3.5 Diagram Alir Penelitian

