

BAB III

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode penelitian eksperimental nyata (*true experimental research*) dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh *power input plasma nitriding* terhadap kekerasan permukaan dan komposisi pada aluminium *alloy 6061* dengan anggapan variabel lainnya dijaga konstan. Kajian teori dari berbagai sumber baik dari buku, jurnal maupun dari internet juga dilaksanakan agar menambah informasi yang diperlukan guna kelancaran penelitian.

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 Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Universitas Brawijaya
Untuk proses pengujian SEM (*Scanning Electron Microscope*)
- Laboratorium Biosains, Universitas Brawijaya
Untuk proses pengujian komposisi material (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 :

- Besar *power input plasma nitriding* mulai dari 20 watt, 40 watt dan 60 watt.

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 :

- Temperatur pemanasan *chamber plasma nitriding* 150°C.
- Temperatur pendinginan udara 28°C.
- Tekanan *chamber* 200 mTorr.
- 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 *micro vickers* 50 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 dan 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

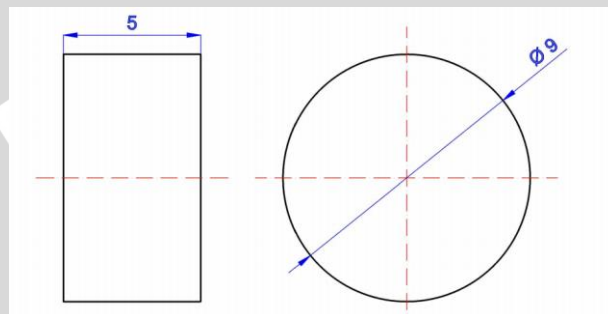
Spesifikasi mesin CNC TU-2A :

- 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 maks = 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 menyiapkan mesin NC/CNC TU-2A.
2. Menyiapkan aluminium *alloy* 6061 berbentuk silinder sepanjang 20 cm..
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*



Gambar 3.3 Mesin uji *plasma nitriding*

Sumber : Laboratorium Fisika Material Fisika Universitas Brawijaya

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. 3 Spesimen pertama tidak diuji karena digunakan sebagai contoh spesimen awal sebelum pengujian.
3. Masukkan 3 buah spesimen lain ke dalam *chamber*.
4. Mengatur mesin *plasma nitriding* dengan ketentuan :
 - Suhu pemanasan *plasma nitriding* 150°C.
 - *Flowrate* nitrogen 25 ml/detik
 - Tekanan *chamber* 200mTorr
5. Saat temperatur sudah mencapai 150°C, generator *plasma* dihidupkan dan atur *power input* pada nilai 20 watt.
6. Setelah *glow discharge* mulai terlihat, set waktu mulai proses *plasma nitriding* selama 2 jam.
7. Matikan generator setelah 2 jam dan pastikan pompa dalam keadaan vakum.
8. Diamkan mesin sampai temperatur 40°C lalu ambil spesimen dan dinginkan dengan suhu ruangan (28°C).
9. Pada percobaan kedua ulangi langkah nomer 3-8 dengan besar *power input* 40 watt.
10. Pada percobaan ketiga ulangi langkah nomer 3-8 dengan besar *power input* 60 watt.
11. Selesai

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 *micro vickers*

Sumber : Laboratorium Pengujian Bahan Teknik Mesin Universitas Brawijaya

Spesifikasi mesin *Micro Vickers Hardness Tester* :

- Merk = Time
- Model = MKV – E3
- Pembebanan = 0.098, 0.246, 0.49, 0.98, 1.96, 2.94, 4.9 dan 9.8 N
- Pembesaran Mikroskop = 100x dan 400x
- XY Table = 100 x 100 mm
- Jarak Sumbu XY = 25 x 25 mm
- Max tinggi spesimen = 70 mm
- Max lebar spesimen = 95 mm
- *Input Voltage* = 110V/220V, 60/50 Hz

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

1. Menyiapkan 9 buah spesimen (spesimen dengan variabel bebas) dan 3 buah spesimen awal tanpa perlakuan.
2. Menyeting mesin *Micro Vickers Hardness Tester* dengan pembebanan 50 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 Pemberian 3 titik penekanan pada permukaan spesimen

3.4.4 Prosedur Uji SEM-EDAX

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

Spesifikasi mesin SEM :

- *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*



Gambar 3.6 Mesin uji SEM

Sumber : Laboratorium Sentral Jurusan Mesin Universitas Brawijaya

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 *power input* sebesar 20 watt, spesimen dengan *power input* sebesar 40 watt, dan spesimen dengan *power input* sebesar 60 watt).
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 *power input* sebesar 20 watt dipasang pada mesin uji SEM, lalu difoto.
5. Spesimen dengan *power input* sebesar 40 watt dipasang pada mesin uji SEM, lalu difoto.
6. Spesimen dengan *power input* sebesar 60 watt dipasang pada mesin uji SEM, lalu difoto.
7. Melakukan analisa dan pembahasan dari data-data yang diperoleh.
8. Selesai.



Gambar 3.7 Mesin Uji EDAX

Sumber : Laboratorium Biosains Universitas Brawijaya

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.). 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. Menyiapkan spesimen dengan *power input* 40 watt, spesimen diuji tambahan dengan pengujian EDAX untuk mengetahui komposisi kandungan spesimen.
2. Menyeting mesin EDAX.
3. Spesimen dengan *power input* 40 watt dipasang pada mesin uji EDAX, lalu dilakukan EDAX.
4. Melakukan analisa dan pembahasan dari data-data yang diperoleh.
5. Selesai

3.5 Diagram Alir Penelitian

