

TUGAS AKHIR
BIDANG TEKNIK MATERIAL DAN PEMBENTUKAN

ANALISIS STABILITAS SIFAT MEKANIK DAN
STRUKTURMIKRO TERHADAP PERUBAHAN
TEMPERATUR PADA TEMBAGA MURNI KOMERSIL
YANG DIPROSES DENGAN ECAP RUTE B_C

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan
Pendidikan Tahap Sarjana

Oleh :

M FADLI NAZAR

NBP: 02 171 011



JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG, 2007

Abstrak

Saat ini kebutuhan akan material yang mempunyai struktur yang kuat, ketangguhan yang baik, dan tahan korosi dengan komposisi kimia sederhana sangat diperlukan dalam aplikasi industri. Penggunaan material murni atau satu paduan akan lebih memudahkan dalam fabrikasi dan proses daur ulang.

Untuk mendapatkan sifat unggul tersebut dilakukan penelitian dengan metoda efektif, penguatan material dengan penghalusan butir dengan deformasi plastik secara menyeluruh. Proses Equal Channel Angular Pressing (ECAP) merupakan teknologi deformasi plastik menyeluruh yang terbaik diantara proses SPD (Severe Plastic Deformation) lainnya, karena kelebihananya dalam penghalusan butir yang menyeluruh dan bisa dilakukan untuk sampel ukuran besar.

Untuk sampel tembaga setelah ECAP rute B_C didapatkan peningkatan kekerasan sampai 45 % untuk 3x laluan.

Namun, dalam aplikasi tertentu temperatur kerja berubah, sehingga mengakibatkan perubahan pada strukturmikro dan sifat mekanik pada sampel. Hal ini berhubungan dengan teori recoveri dan rekristalisasi. Akibat pengaruh temperatur pemanasan terjadi penurunan harga kekerasan pada tembaga murni komersil seiring bertambahnya temperatur. Kestabilan kekerasan pada tembaga berkisar pada temperatur pemanasan di bawah 205°C, di bawah temperatur rekristalisasi.

1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring dengan perkembangan ilmu dan teknologi bahan, pada saat sekarang sedang dikembangkan dan diteliti mengenai material murni komersil sebagai alternatif pengganti untuk bahan berbasis paduan. Tuntutan pada zaman sekarang adalah menggunakan material komersil yang memiliki sifat – sifat yang tidak jauh berbeda dengan material paduan, namun tidak kehilangan sifat fisik dari material tersebut. Oleh karena itu, material tersebut haruslah diberikan perlakuan tambahan agar sifat-sifat yang ada pada material tersebut meningkat.

Ada beberapa metode penguatan dengan memberikan regangan plastik yang sangat besar. Metode pertama dikenal dengan *torsion straining*, sebuah sampel berbentuk piringan (disc) diberikan gaya torsi di bawah tekanan tinggi sehingga menghasilkan regangan total yang tinggi [1]. Metode kedua dikenal dengan ECAP (Equal Channel Angular Pressing), sebuah sampel ditekan melalui sebuah cetakan dengan regangan tinggi tanpa adanya perubahan pada penampang melintang [2]. Kedua metode ini mempunyai kemampuan untuk memproduksi material dengan ukuran butir sangat halus dalam rentang submikrometer atau nanometer. Namun *torsion straining* mempunyai kesulitan dalam melakukan metode ini dalam skala besar, sehingga lebih difokuskan pada metode ECAP.

Proses ECAP merupakan teknologi deformasi plastik menyeluruh paling menjanjikan diantara proses SPD (Severe Plastic Deformation) lainnya, karena penghalusan butir yang menyeluruh dan bisa dilakukan pada sampel ukuran besar. Dari penelitian sebelumnya [3] telah dibuktikan peningkatan sifat mekanik pada tembaga murni komersil seiring meningkatnya jumlah laluan pada proses ECAP yang dilakukan pada temperatur kamar ($\sim 26^{\circ}\text{C}$). Namun, dalam aplikasi tertentu temperatur kerja berubah, sehingga mengakibatkan perubahan pada strukturmikro dan sifat mekanik pada sampel. Hal ini berhubungan dengan teori pemulihan (*recovery*) dan rekristalisasi (*recrystallitation*). Karena itu, perlu diteliti tingkat kestabilan sifat mekanik dan strukturmikro terhadap perubahan temperatur pada

Pendahuluan

tembaga murni komersil yang diproses dengan ECAP. Dalam studi ini dipilih rute B_C, karena dari penelitian terdahulu [4] rute ini memberikan peningkatan kekuatan tertinggi.

1.2 Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengetahui pengaruh jumlah laluan terhadap strukturmikro (kehalusan butir) dan sifat mekanik pada material tembaga murni komersil.
2. Mengetahui stabilitas sifat mekanik terhadap pengaruh peningkatan temperatur pada tembaga murni komersil.
3. Mengetahui hubungan strukturmikro dan sifat mekanik terhadap perubahan temperatur pemanasan.

1.3 Batasan Masalah

1. Material yang digunakan adalah tembaga murni komersil.
2. Asumsi kecepatan pembebanan lambat dan konstan.
3. Pengujian pada temperatur kamar.
4. Proses ECAP rute B_C, dilakukan sampai 3 x laluan.

1.4 Sistematika penulisan

Penulisan laporan tugas akhir ini terdiri dari 5 bab, sebagai berikut:

Bab I Pendahuluan, menjelaskan mengenai latar belakang, tujuan, batasan masalah dan sistematika penulisan.

Bab II Tinjauan Pustaka, menjelaskan teori ECAP dan prosesnya, material tembaga dan sifat konduktifitas listrik material.

Bab III Metodologi, menjelaskan prosedur pengujian, spesimen dan peralatan pengujian.

Bab IV Data dan Pembahasan, memaparkan dan menganalisa data-data yang didapatkan sebelum dan sesudah pengujian.

Bab V Kesimpulan dan Saran, mengenai kesimpulan akhir penelitian dan saran untuk perbaikan proses pengujian selanjutnya.

5 PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Pengujian pengaruh temperatur pemanasan terhadap spesimen tembaga komersil yang diproses ECAP rute B_C sebanyak 1 sampai 3 kali telah dilakukan untuk mengetahui stabilitas sifat mekanik dan strukturmikro tembaga tersebut. Beberapa kesimpulan yang dapat diperoleh dari pengujian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk sampel tembaga setelah ECAP rute B_C didapatkan peningkatan kekerasan sampai 45 % untuk 3x laluan.
2. Pengaruh temperatur pemanasan mengakibatkan terjadinya penurunan harga kekerasan tembaga murni komersil seiring bertambahnya temperatur.
3. Ukuran butir rekristalisasi meningkat seiring meningkatnya temperatur.
4. Kestabilan kekerasan dan strukturmikro pada tembaga terjadi pada temperatur pemanasan di bawah 205°C, di bawah temperatur rekristalisasi.

5.2 Saran

1. Aplikasi material yang diECAP hanya mungkin untuk komponen yang beroperasi di bawah 205°C agar penguatan penghalusan butir melalui proses ECAP tidak hilang dari tembaga.
2. Untuk memudahkan proses pemosisian dalam pengujian ECAP, sebaiknya menggunakan penahan cetakan dan penuntun plunger.
3. Agar mendapatkan struktur mikro yang lebih jelas dapat mempergunakan alat bantu optik dengan perbesaran lebih tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N.A. Smirnova, V.I. Levit, V.I. Pilyugin, R.I. Kuznetsov, L.S.Davydova, V.A. Sazonova, *Fiz. Metal. Metalloved.* 61 (1986) 1170.
- [2] V.M. Segal, *Mater. Sci. Eng. A* 271 (1999) 322.
- [3] Winardi Eka, *Pengaruh Jumlah Lajuan pada Proses ECAP terhadap Stukturmikro dan Sifat Mekanik Material Tembaga Komersil*, 2005, Jurusan Teknik Mesin, Universitas Andalas
- [4] Y. Iwahashi, Z. Horita, M. Nemoto, T.G. Langdon, *Acta Mater.* 46 (1998) 3317.
- [5] Furukawa, M. Horita, Z. Nemoto, M. Langdon, T.G., *Review Processing of Metal by Equal Channel Angular Pressing*, *Journal of materials science* 36 (2001) 2835 – 2843.
- [6] Kim, H.S., Hong, S. I., Lee, H. R, Chun, B. S. *Process Modeling of Equal Channel Angular Pressing*, *Nanomaterials by Severe Plastic Deformation*, Edited by Zehedbauer, M, Valiev, R. Z. Wiley-Vch, Weinheim, 2004
- [7] S.J. Oh, S.B. Kang, *Sci. Eng.* 278 (1999) 322.
- [8] Kim, J, Kim, I. Shin, D, H, *Development of Deformation Structures in Low Carbon Steel by Equal Channel Angular Pressing*, *Scripta Materialia* 45 (2001) 421-426
- [9] W. H Huang et al, *Materials Science and Engineering A366* (2004) 221–228
- [10] O.V. Mishin, G. Gottstein, *Philos. Mag. A* 78 (1998) 373.
- [11] K. Lu, *Mater. Sci. Eng. R16* (1996) 161.
- [12] Dieter, G.E. *Metalurgi Mekanik*, Edisi Ketiga, Jilid 1, Erlangga, Jakarta, 1990
- [13] Dieter, G.E. *Metalurgi Mekanik*, Edisi Ketiga, jilid 2, Erlangga, Jakarta, 1990
- [14] Callister, W. B. *Material Science and Engineering An Introduction*, John Willey and Sons Inc, New York, 1991