

Penentuan Struktur Kristal Lapisan Tipis Chromium Dengan Menggunakan Bantuan Komputer

Erwin, Yaser Arafat, Rahmi Dewi, Riad Syech, Usman Malik dan Sugianto

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Riau Pekanbaru. Indonesia.

erwin_amiruddin@yahoo.com

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang struktur kristal *Cr* dengan menggunakan metode difraksi elektron. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah lapisan tipis *Cr* yang dibuat dengan menggunakan teknik *Sputtering*. Pola difraksi elektron dari sampel diperoleh dengan menggunakan *Transmission Electron Microscopy* (TEM). Untuk melakukan penentuan struktur kristal ini maka telah dibuat sebuah program komputer dengan menggunakan *Matlab (R2009b)*. Program tersebut terdiri dari program menu dan program utama. Program menu digunakan untuk menginput data yang selanjutnya akan digunakan oleh program utama untuk melakukan perhitungan jarak antar bidang dalam kristal dan parameter kisi (a_0). Dari hasil perhitungan ini diperoleh bahwa struktur kristal *Cr* adalah *Body Centered Cubic* (BCC) dengan bidang 110, 200, 211, 220, dan 310. Jarak antar bidang dalam kristal *Cr* adalah 4,84 Å, 3,42 Å, 2,78 Å, 2,38 Å dan 2,14 Å. Kristal *Cr* memiliki nilai parameter kisi (a_0) hampir sama yaitu 6,7424 Å sampai 6,8478 Å. Indeks reliabilitas dalam penelitian ini adalah 2,57 %. Nilai ini menunjukkan bahwa hasil yang diperoleh sesuai dengan yang diharapkan

Kata kunci : pola difraksi, bidang Kristal, parameter kisi dan cincin difraksi

PENDAHULUAN

Dalam teknologi modern saat ini khususnya pada pembuatan media penyimpanan data yang berkapasitas tinggi, Chromium (Cr) telah dimanfaatkan sebagai lapisan bawah pada pembuatan lapisan tipis magnetik untuk media penyimpanan data sehingga menghasilkan media penyimpanan data yang berkapasitas tinggi (Erwin, 2004). Karena Cr memiliki peran yang penting dalam teknologi modern maka diperlukan informasi yang lebih akurat dari material ini khususnya tentang struktur kristal dari bahan ini. Untuk meningkatkan sifat magnetik khususnya coercivity dari lapisan tipis magnetik maka perlu hubungan epitaxy antara lapisan tersebut. Hubungan epitaxy ini dapat dipelajari dengan baik jika struktur (dhkl) dari Chromium diketahui. Struktur kristal dari Chromium dapat ditentukan dengan beberapa metode seperti metode difraksi elektron dan difraksi sinar-X. Metode difraksi elektron terjadi apabila sampel dikenakan pada seberkas sinar elektron, maka elektron akan menembus sampel dan membentuk pola difraksi. Pola yang dihasilkan berupa cincin-cincin difraksi. Sedangkan dalam metode difraksi sinar-X, sampel dikenakan pada seberkas sinar-X kemudian direkam dengan menggunakan detektor. Pola difraksi yang dihasilkan berupa spektrum antara sudut datang sinar-X dengan intensitas (David, 2004). Dalam tulisan ini struktur kristal Chromium yang dihasilkan oleh *Transmission Electron Microscope* (TEM) berupa pola difraksi ditentukan dengan menggunakan bantuan komputer

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah metode analitis yaitu dengan membuat program komputer yang ditulis dalam *Matlab (R2009b)* untuk menentukan struktur kristal Cr. Program komputer ini terdiri menu dan program utama

HASIL DAN PEMBAHASAN

Parameter-parameter kisi kristal Cr dihitung menggunakan program komputer, program komputer yang dibuat berupa program menu dan program utama. Program menu digunakan untuk menginput data yang diperlukan oleh program utama. Sedangkan program utama adalah sebuah program komputer yang ditulis dalam *Matlab (R2009b)* untuk melakukan perhitungan penentuan parameter kisi kristal Cr.

Pola difraksi lapisan tipis Cr dalam penelitian diperoleh dari mode *selected area diffraction* (SAD) dalam TEM yang ada di Jeole Laboratory Devisi Magnetic Material and Magnetism Department of Physics, Salford University, England UK. Berikut ini ditampilkan salah satu hasil TEM untuk bahan Cr.

Tabel 1 berikut ini merupakan keluaran (output) dari program utama dalam menghitung nilai jarak antar bidang dalam kristal (d_{hkl}) untuk setiap jari-jari pola difraksi Cr.



Tabel 1 Nilai jarak antar bidang (d_{hkl}) untuk bahan Cr.

| Jari-jari (m) | Jarak antar bidang dalam kristal (m) $\times 10^{-10}$ |
|---------------|--|
| | 4,84 |
| | 3,42 |
| | 2,77 |
| | 2,38 |
| | 2,14 |

Gambar 1 Pola difraksi Chromium diperoleh dengan menggunakan TEM.

Program utama melakukan proses perhitungan parameter kisi kristal Cr untuk semua hkl yang dimasukkan. Tabel 2 berikut ini adalah keluaran (output) dari program utama menghitung nilai parameter kisi kristal yaitu a_0 untuk semua bidang kubik sederhana.

Tabel 2 Nilai parameter kisi kristal a_0 untuk bidang Kubik sederhana

| No | hkl | a_0, r_1 (m) $\times 10^{-10}$ | a_0, r_2 (m) $\times 10^{-10}$ | a_0, r_3 (m) $\times 10^{-10}$ | a_0, r_4 (m) $\times 10^{-10}$ | a_0, r_5 (m) $\times 10^{-10}$ |
|----|-----|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| 1 | 100 | 4,84 | 03,42 | 2,78 | 2,38 | 2,13 |
| 2 | 110 | 6,85 | 04,83 | 3,92 | 3,37 | 3,02 |
| 3 | 111 | 8,39 | 05,92 | 4,81 | 4,23 | 3,70 |
| 4 | 200 | 9,68 | 06,84 | 5,55 | 4,77 | 4,27 |
| 5 | 210 | 10,83 | 07,64 | 6,21 | 5,33 | 4,77 |
| 6 | 211 | 11,86 | 08,37 | 6,80 | 5,84 | 5,23 |
| 7 | 220 | 13,70 | 09,67 | 7,85 | 6,74 | 6,04 |
| 8 | 221 | 14,53 | 10,25 | 8,33 | 7,15 | 6,41 |
| 9 | 300 | 14,53 | 10,25 | 8,33 | 7,15 | 6,41 |
| 10 | 310 | 15,31 | 10,81 | 8,78 | 7,54 | 6,75 |
| 11 | 311 | 16,06 | 11,34 | 9,20 | 7,91 | 7,08 |
| 12 | 222 | 16,77 | 11,84 | 9,61 | 8,26 | 7,40 |

Tabel 3 Nilai parameter kisi kristal a_0 yang nilainya dipilih oleh program utama

| No | Jari-jari (m) $\times 10^{-2}$ | hkl | d_{hkl} (m) $\times 10^{-10}$ | a_0 (m) $\times 10^{-10}$ |
|----|--------------------------------|-----|---------------------------------|-----------------------------|
| 1 | 1,92 | 110 | 4,84 | 6,85 |
| 2 | 2,72 | 200 | 3,42 | 6,84 |
| 3 | 3,35 | 211 | 2,78 | 6,79 |
| 4 | 3,90 | 220 | 2,38 | 6,74 |
| 5 | 4,35 | 310 | 2,14 | 6,76 |

Program utama selanjutnya akan memilih parameter-parameter kisi kristal a_0 yang nilainya sama atau mendekati sama dari nilai bidang kubik sederhana yang diberikan. Tabel 3 merupakan output setelah program utama melakukan pemilihan a_0 yang besar nilainya mendekati sama.

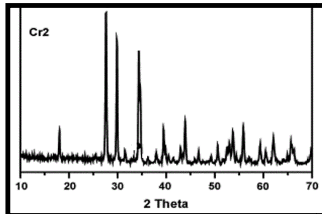
Hasil perhitungan jarak antara bidang-bidang dalam kristal (d_{hkl}) dengan menggunakan program menu dan utama dapat dilihat dengan jelas bahwa jarak antara bidang-bidang dalam kristal mengecil yang ditunjukkan dengan membesarnya jari-jari dari cincin-cincin difraksi.

Setelah mendapatkan nilai (d_{hkl}), maka program utama akan melakukan perhitungan lanjutan yaitu menghitung nilai parameter kisi kristal a_0 untuk berbagai index Miller. Selanjutnya digunakan nilai hkl untuk bidang kristal kubik sederhana yaitu (100, 110, 111, 200, 210, 211, 220, 300, 221, 310, 311, 222, 320, 321, 400, 410, 322, 411, 330, 331 dan 420). Program komputer akan melakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai parameter kisi terhadap seluruh index Miller yang diberikan dan nilai dari parameter kisi ini dapat dilihat dalam tabel 2. Dalam penelitian ini nilai parameter kisi kristal Cr diperoleh untuk masing-masing cincin difraksi untuk seluruh Index Miller yang diberikan. Seperti diketahui bahwa parameter kisi Cr adalah sama untuk seluruh d_{hkl} dari setiap cincin difraksi atau nilai d_{hkl} yang diperoleh. Selanjutnya nilai a_0 dipilih (a_0 yang memiliki nilai mendekati sama), nilai-nilai ini dapat dilihat pada tabel 3.

Dari Tabel 3 dapat dilihat bahwa nilai parameter kisi kristal lapisan tipis Cr memiliki nilai yang hampir sama yaitu 6,7424 Å sampai 6,8478 Å. Karena nilai $a_1 \sim a_2 \sim a_3 \sim a_4 \sim a_5$, maka struktur kristal dari Pola Difraksi Cr untuk r_1, r_2, r_3, r_4 dan r_5 adalah *Body Centered Cubic* (BCC), hasil

yang didapat sesuai dengan literatur. Hasil ini menunjukkan bahwa Cr memiliki index Miller (bidang kristal) 110, 200, 211, 220 dan 310.

Setelah mengetahui struktur kristal, (d_{hkl}) dan a_0 dari lapisan tipis Cr melalui penelitian ini, selanjutnya membandingkan hasil yang diperoleh dari penelitian ini dengan hasil penelitian lain yang menggunakan metode berbeda dalam menentukan struktur kristal Cr yaitu dengan cara difraksi sinar-X. Gambar 2 merupakan hasil pola difraksi sinar-X untuk kristal Cr.



Gambar 2 Pola difraksi sinar-X untuk kristal Cr dengan menggunakan difraktometer sinar-X dengan panjang gelombang 1,5405 Å

Tabel 4 Perbandingan d_{hkl} hasil penelitian dengan literatur.

| No | Sudut Difraksi Sinar-X (θ) | Indeks Miller [hkl] | d_{hkl} dengan Difraksi Sinar-X (Å) | d_{hkl} dengan TEM (Å) |
|----|-------------------------------------|---------------------|---------------------------------------|--------------------------|
| 1 | 9° | 110 | 4,93 | 4,84 |
| 2 | 14° | 200 | 3,18 | 3,42 |
| 3 | 15° | 211 | 2,97 | 2,78 |
| 4 | 17° | 220 | 2,63 | 2,38 |
| 5 | 20° | 310 | 2,25 | 2,14 |

Nilai d_{hkl} yang diperoleh menggunakan difraksi sinar-X untuk lima puncak difraksi pertama yang kemudian dibandingkan dengan hasil penelitian ini dapat dilihat pada tabel 4. Dari tabel dapat dilihat bahwa hasil penelitian penentuan struktur kristal Cr dengan pola difraksi elektron pada TEM hampir sesuai dengan nilai yang diperoleh dengan menggunakan metode pola difraksi Sinar-X yaitu 4,93 Å, 3,18 Å, 2,97 Å, 2,63 dan 2,25 Å. Indeks reliabilitas (R) pada penelitian ini adalah 2,75 %.

KESIMPULAN

Telah dibuat program komputer dengan program Matlab untuk menentukan struktur dari elemen Chromium dalam bentuk lapisan tipis. Program pertama disebut dengan program menu dan kedua dinamakan program utama. Program ini telah diuji dan dijalankan (run) dan memberikan hasil sesuai dengan apa yang dikehendaki.

Struktur Chromium yang diperoleh berdasarkan perhitungan yang dilakukan oleh program komputer adalah *Body Centered Cubic* (BCC). Dengan jarak antara bidang adalah 4,84 Å, 3,42 Å, 2,78 Å, 2,38 Å dan 2,14 Å. Bidang *hkl* berturut-turut adalah 110, 200, 211, 220 dan 310 dengan nilai parameter kisi berkisar antara 6,7424 Å sampai 6,8478 Å.

Nilai jarak antara bidang dalam kristal Chromium yang didapat adalah hampir sesuai dengan literatur dengan indeks reliabilitas sekitar 2,57 %. Perbedaan nilai ini disebabkan oleh adanya kesalahan pada saat pengukuran panjang jari-jari dari cincin-cincin difraksi.

DAFTAR PUSTAKA

- David, R. 2004. Hand Book of Chemistry and Physics. CRC Press.
- Douglas, L. 1996. Electron Crystallography. Electron Diffraction Department, Hauptman-Woodward Institute, USA.
- Erwin. 2004. Magnetik and Microstructural Properties of CoSm Alloy and Multilayer Thin Film. (Thesis) Institut for Material Research University of Salford, UK.
- Gunawan, H. 2007. Menentukan Struktur Chromium (Cr) dengan Difraksi Elektron sebagai Bahan Underlayer pada Lapisan Tipis Magnet, Skripsi Jurusan FMIPA, Universitas Riau, Pekanbaru.
- Goodhew, P.J., Humphreys, J. dan Beanland, R. 2004. Mikroskopi dan Analisis dengan Elektron. Terjemahan Rahmat Saptono. Penerbit Departemen Metalurgi dan Material Universitas Indonesia, Jakarta.
- Lyubenova, T. Ocana, M. dan Carda, J. 2008. Brown ceramic pigments based on chromium(III)-doped titanite obtained by spray pyrolysis. *Materials Science Institute of Seville* 265-269.
- Rahmat, S (2004). Mikroskop Elektron. Departemen Metalurgi dan Material, Universitas Indonesia.
- Sudirham, S (2011). Struktur Kristal dan Non Kristal. Penerbit ITB-Press. Bandung.