

PROGRAM KOMPUTER UNTUK MENENTUKAN AKTIVITAS RELATIV PADA TLA

Utaja * - Munawir Z * - Hari Suryanto

*) P2PN - BATAN

***) P2RR - BATAN

ABSTRAK

PROGRAM KOMPUTER UNTUK MENENTUKAN AKTIVITAS RELATIP PADA TLA. Teknik TLA (Thin Layer Activation) dapat digunakan untuk menentukan tingkat keausan suatu komponen. Bila penentuan tersebut dilakukan secara manual membutuhkan proses perhitungan yang melelahkan. Untuk itu dikembangkan sebuah program komputer yang akan mempercepat proses komputasi. Metode yang dipakai pada program ini ialah perhitungan perulangan (iterasi). Perulangan perhitungan meliputi perhitungan energi laju penurunan energi, faktor koreksi dan pemakaian data empirik. Hasil perhitungan teoritis yang didasarkan program komputer akan dibandingkan dengan hasil eksperimen. Perbedaan hasil perhitungan teoritis dari program dan hasil eksperimen kurang dari 10%. Sedang waktu komputasi kurang dari satu detik sehingga dapat dimanfaatkan untuk pengukuran secara on line. Dari hasil ini dapat disimpulkan bahwa program komputer sangat membantu penentuan tingkat aktivitas relatif.

ABSTRACT

THE COMPUTER PROGRAM FOR RELATIV ACTIVITY DETERMINATION ON TLA. The TLA (Thin Layer Activation) method can be used for wear measurement of a component. If the measurement is done by hand calculation, it is need tedious work. For this purpose the computer program for computing speed up is developed. The method used on this program is iteration. The iteration cover the energy degradation of energy correction factor and empirical data. The result of this program will be compared by the experimental. The different between the two results is less than 10% and the time process less than 1 second so it is can be used for on line measuring. From this reality it can be concluded that the program is use-full for relative activity measurement.

PENDAHULUAN

Teknik TLA mampu mendeteksi keausan dalam orde mikro. Tetapi teknik ini memerlukan perhitungan yang melelahkan bila harus dikerjakan secara manual. Tulisan ini menguraikan sebuah program komputer buatan sendiri yang akan mempercepat dan mempermudah perhitungan. Saat ini tersedia sebuah program yang dibuat oleh kelompok TLA di Australia. Tetapi program ini berupa program yang sudah dikompilasi dalam ekstensi exe sehingga tidak mungkin lagi dilacak dan dikembangkan.

Program komputer yang dikembangkan sendiri ini berbasis DOS, menggunakan bahasa pemrograman BASIC dan dikompilasi dengan Power BASIC 3.0. Pemasukan data dilakukan secara interaktif meliputi data ion dan data material sasaran. Hasil perhitungan dengan program ini ditampilkan dalam bentuk grafik yang menggambarkan hubungan antara tebal penetrasi dan aktivitas relatif. Dari grafik ini diharapkan tingkat aktivitas relatif dan tebal keausan pada TLA mudah diketahui.

DASAR TEORI AKTIVASI

Seberkas ion yang menembus suatu bahan akan mengalami penurunan energi yang dinyatakan dengan persamaan :

$$\frac{\Delta E}{\Delta X} = \frac{2\pi f^2 Z^2 K^2 e^4 nM}{mE} \ln \left\{ \frac{4mE}{Mle} \right\}$$

- 1) E = energi berkas ion (MeV)
e = muatan elektron (1.6×10^{-16})
X = jarak penetrasi
n = jumlah elektron tiap m^3 bahan
m = masa elektron (1/1873 amu)
l = tegangan lonosasi (Volt)
M = masa ion (amu)
f = faktor koreksi (fungsi energi)
k = faktor konversi
Z = nomer atom material

Selain mengalami penurunan energi, tumbukan ion juga akan menimbulkan aktivasi (bila energi di atas ambang batas reaksi) pada bahan setebal ΔX yang dinyatakan dengan persamaan :

$$\Delta N_B = \phi N_A \lambda \sigma \Delta X \dots (2)$$

- ϕ = fluks ion
- ΔN_B = aktivitas (cacah/detik)
- N_B = banyaknya atom/m³
- λ = konstanta peluruhan (1/hari)
- σ = tampang lintang aktivasi (cm²)
- ΔX = tebal penetrasi

Tampang lintang aktivasi σ merupakan fungsi dari energi ion E, yang secara empirik dinyatakan dengan persamaan :

$$\sigma = C_0 + C_1 E + C_2 E^2 + C_3 E^3 \dots (3)$$

C_0, C_1, C_2 dan C_3 = konstanta empirik

Energi ion E dihitung berdasar energi ion awal E_0 , laju penurunan energi $\Delta E/\Delta X$ dan tebal penetrasi ΔX . Berdasar energi ion E harga tampang lintang σ dapat diketahui, selanjutnya aktivitas setempat juga dapat diketahui. Aktivitas total dihitung dengan menjumlahkan aktivitas setempat (persamaan 2) sampai tebal penetrasi ion.

$$N_T = \sum \Delta N_B \dots (4)$$

n = banyaknya iterasi sampai tebal penetrasi

Sedangkan aktivitas bagian dihitung mulai permukaan sampai kedalaman tertentu.

$$N_i = \sum \Delta N_B \dots (5)$$

i = banyaknya iterasi sampai kedalaman tertentu

Aktivitas relatif dinyatakan berdasarkan 4) dan 5):

$$F = \frac{N_T - N_i}{N_T} \dots (6)$$

Berdasarkan harga aktivitas relatif ini tebal keausan dapat dihitung dengan cara coba coba. Perhitungan persamaan 1) sampai dengan persamaan 6) dilakukan dengan komputer.

PROGRAM KOMPUTER

Alur program (flow chart) dapat dilihat pada Lampiran 1 di bagian belakang. Program dimulai dengan penyiapan tampilan untuk masukan tampilan untuk grafik. Untuk itu dipakai layar grafik dengan resolusi 640 x

480 dengan 16 warna. Kemudian proses dilanjutkan dengan pemasukan data, meliputi :

- * data ion
 - nomor masa ion (amu)
 - nomor atom ion
 - energi tertinggi (MeV)
 - energi threshold (MeV)
- * data atom pada material sasaran
 - nomor masa (amu)
 - nomor atom
 - masa jenis sasaran (kg/m³)
 - energi ionisasi (Volt)
- * jenis reaksi aktivasi dan kelimpahan atom dalam material sasaran

Berdasar data tersebut aktivitas relatif pada setiap bagian dapat dihitung. Hasilnya ditampilkan dalam bentuk kurva hubungan antara aktivitas relatif dan posisi penetrasi. Ini dapat dilihat pada Lampiran 2 di bagian belakang. Selanjutnya program menunggu masukan harga aktivitas relatif (dalam persen) dari hasil pengukuran.

Dengan metode coba coba, dihitung tebal keausan. Hasilnya ditampilkan pada grafik berupa titik pada kurva dan pada bagian bawah layar berupa harga numerik dalam milimeter atau mikron. Untuk proses perhitungan ini diperlukan data empirik harga f dan data koefisien C_0, C_1, C_2 dan C_3 sebagai fungsi energi. Selain sebagai fungsi enersi, kedua grup data tersebut juga tergantung reaksi aktivasi, yang dalam program ini berupa reaksi proton dengan atom sasaran. Keseluruhan program disusun dengan Bahasa BASIC dan dikompile dengan Power BASIC 3.0.

HASIL PERHITUNGAN PROGRAM DAN ULASAN

Program yang sudah tersusun ini dipakai untuk menentukan tebal penetrasi ion pada tembaga dan stainless steel. Energi ion dipilih pada daerah dengan tampang lintang aktivasi maksimum. Hasil perhitungan teoritis dengan program ini akan dibandingkan dengan hasil eksperimen. Data ion dan material sebagai berikut :

- Tembaga :
- jumlah foil : 6 keping dengan tebal 0.05 mm dan 8 keping dengan tebal 0.02 mm
 - energi threshold : 3.6 MeV

- energi ion maksimum : 12.6 MeV
- reaksi : Cu.p
- Z =29; M = 65
- masa jenis Cu : 8100 kg/m³
- tampang lintang :
 $\sigma = -33.8+9.8 E +25.7E^2 -1.6E^{-3}$

Stainless steel (SS 316.L ~ 71% Fe, 12% Ni, 17% Cr)

- jumlah foil : 4 keping dengan tebal 0.1 mm
- energi threshold : 5.5 MeV
- energi ion maksimum : 11.2 MeV
- reaksi aktivasi : Fe.p : Ni.p : Cr.p
- Fe : M = 56, Z =26 ; Ni : M = 59, Z = 28 ;
Cr : M = 51, Z = 24

Tabel 1. Aktivitas relatif hasil dari program dan dari eksperimen. Untuk material tembaga (Cu)

NO.	TEBAL (mm 0)	PROGRAM (%)	PERCOBAAN (%)
1	0.46	100	100
2	0.41	81.7	85.9
3	0.36	62.0	70.3
4	0.31	42.5	52.5
5	0.26	25.0	36.7
6	0.21	11.0	22.7
7	0.16	2.2	11.6
8	0.14	2.0	7.3
9	0.12	-	4.3
10	0.10	-	2.3
11	0.08	-	1.1
12	0.06	-	0.5
13	0.04	-	-
14	0.02	-	-

Dari Tabel 1 diatas tampak bahwa ada perbedaan antara hasil perhitungan dengan program dan hasil eksperimen.

Beberapa hal yang menyebabkan perbedaan tersebut antara lain :

- data empirik yang menyangkut harga K pada persamaan 1 tidak dapat ditentukan dengan tepat.
- harga yang didapat pada eksperimen sendiri masih memiliki ralat
- energi awal ion (E₀) tidak dapat ditentukan dengan tepat

Tabel 2. Aktivitas relatif hasil dari Program dan dari eksperimen untuk SS 316.L

NO.	TEBAL (mm)	PROGRAM (%)	PERCOBAAN (%)
1.	0.3	100	100
2.	0.2	38.9	38.9
3.	0.1	4.5	6.4

Pada Tabel 2, harga yang didapat memiliki kedekatan yang lebih baik dibanding harga pada Tabel 1, tetapi banyaknya foil hanya tiga keping. Hal ini disebabkan tebal foil 0.1 mm, sehingga banyaknya foil yang efektif terbatas.

KESIMPULAN

Pemakaian program untuk menentukan aktivitas relatif dan menentukan tebal keausan akan mempermudah dan mempercepat proses pemanfaatan pada metode TLA. Tetapi dari hasil perhitungan program dan hasil eksperimen, masih diperlukan penyempurnaan data empirik terutama data f.

DAFTAR PUSTAKA

1. G. WALLACE."Tool to Implement the TLA Technique for the Measurement of Surface Loss". Institute of Geological and Nuclear Sciences Limited, April 1997, New Zealand.
2. ALONSO-FINN, "Fundamental University Physics", Addison Wesley Publishing Company, USA 1975
3. JAMES W. MAYER at all, "Fundamental of Surface and Thin Film Analysis", Elsevier Sciences Publisher, BU, Amsterdam, Holland 1985
4. POWER BASIC INC."Reference guide", Power Basic Inc, CA USA 1992
5. IAEA, "The thin layer activation method and application in industry", IAEA Vienna Austria 1997
6. UTAJA at all "Prosiding BATAN – JAPIC SEMINAR", Jakarta 3 - 4. DESEMBER", BADAN TENAGA NUKLIR NASIONAL