

## PENGUKURAN REAKTIVITAS DENGAN METODE *INVERSE KINETICS*

Arief Siswiyanto, Amil Mardha, Lily Suparlina, Uju Jujuratisbela  
Pusat Reaktor Serba Guna - Badan Tenaga Atom Nasional

### ABSTRAK

PENGUKURAN REAKTIVITAS DENGAN METODE *INVERSE KINETICS*. Telah dilakukan pengukuran reaktivitas batang kendali reaktor G.A. Siwabessy dengan perhitungan code SOTRAN (Software for Transient Analysis) berdasar persamaan kinetika titik yang diselesaikan untuk reaktivitas gayut-waktu. Ketelitian hasil pengukuran reaktivitas ini sangat diperlukan dalam operasi maupun keselamatan reaktor. Pada makalah ini diterangkan metode pengukuran yang digunakan, hasil pengukuran, dan perbandingan ketelitiannya. Pengukuran dilakukan pada kondisi daya yang rendah. Perbandingan hasil pengukuran dengan metode kompensasi mempunyai sedikit perbedaan yang timbul karena adanya efek bayangan antara posisi batang kendali terukur dengan detektor kamar ionisasi.

### ABSTRACT

THE MEASUREMENT REACTIVITY WITH *INVERSE KINETICS* METHOD. The experimental of measurement rod element reactivity of Multipurpose Research Reactor MPR-30 G.A. Siwabessy have been calculated by the SOTRAN code (SOFTWARE for TRANSIENT ANALYSIS) based upon the point kinetic equations solved for time-dependent reactivity function. The accuracy of control rod reactivity measurement is essential in reactor operation and safety as well. In this paper we explain the measurement method, the result and the comparison of both methods accuracy. The measurement was done in low power critical reactor. Comparison of the result with compensation method have a little differences cause by shadowing effect between the position of control rod and fission chamber detector.

### PENDAHULUAN.

Selama komisioning hingga menuju daya penuh operasional dari Reaktor Serba Guna G.A. Siwabessy, telah dipergunakan beberapa paket program komputer guna menunjang efektivitas dan ketelitian pengukuran parameternya. Salah satu paket program tersebut adalah SOTRAN (Software for Transient Analysis), yang berdasar pada persamaan kinetika titik yang diselesaikan untuk reaktivitas gayut waktu. Sebagai suatu reaktor yang kelak akan beroperasi pada daya penuh, harga reaktivitas batang kendali sangat berpengaruh dalam efektivitas pengendalian operasi dan keselamatannya.

Percobaan ini bertujuan menentukan harga reaktivitas batang kendali Reaktor Serba Guna G.A. Siwabessy yang dilaksanakan selama komisioning teras II beroperasi.

### METODE DAN CARA PENGUKURAN REAKTIVITAS.

Metode pengukuran reaktivitas didasarkan pada pendekatan perhitungan kinetika reaktor model titik

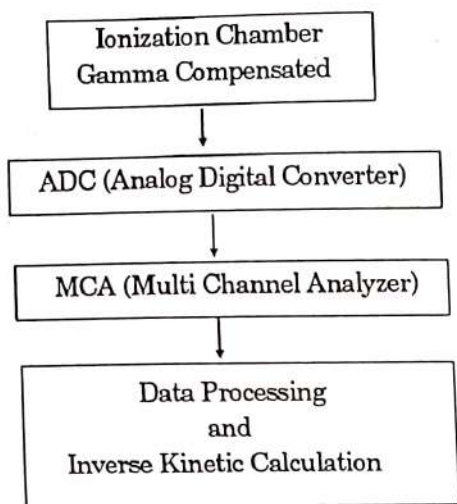
$$dN/dt = (\rho - \beta) N + \sum_i \beta_i C_i \quad (2.1)$$

$$dC/dt = \lambda_i (N - C_i) \quad (2.2)$$

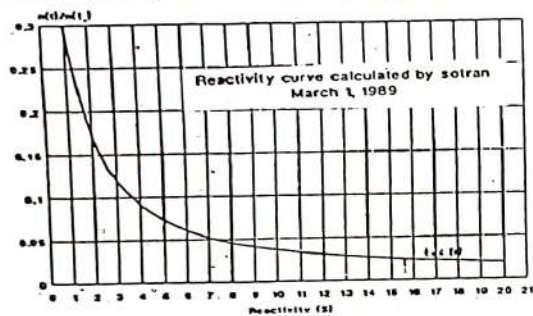
Persamaan diferensial non-linier gayut-waktu ini menyatakan populasi neutron dan konsentrasi prekursor penghasil neutron kasip pada setiap waktu. Harga reaktivitas ditentukan oleh perubahan fluks neutron setiap waktunya.

Dengan menghitung balik persamaan kinetika reaktor, yaitu dengan memasukkan harga reaktivitas yang telah ditentukan didapatkan perubahan fluks neutron tiap waktu. Metode ini dikenal sebagai *inverse kinetics* model.

Pengukuran reaktivitas dilakukan dengan menjatuhkan batang kendali saat reaktor kritis daya rendah, dan mengamati perubahan fluks neutron sebagai fungsi waktu dari saluran jangkau lebar JKTO4 dan reaktivitasnya dengan reaktimeter untuk harga reaktivitas yang tidak melebihi 5.0 \$. Harga untuk beberapa reaktivitas dari pendekatan persamaan kinetika titik ini digenerasikan dengan kode komputer SOTRAN. Kurva karakteristik seperti yang terlihat pada gambar.1 dari percobaan batang jatuh pada beberapa harga reaktivitas.



Gambar 1a. Diagram alir sistem pengukuran



Gambar 1b. Reactivity curve calculated by Sotran

Pada pengukuran batang jatuh dengan metode *inverse kinetics* respon detektor neutron (CI) diharapkan sebanding dengan fluks neutron total pada seluruh teras.

### PENENTUAN HARGA REAKTIVITAS BATANG KENDALI

Harga reaktivitas batang kendali dipengaruhi oleh konfigurasi teras termasuk pengaturan elemen bahan bakar, elemen reflektor dan posisi terhadap batang penyerap lain.

Karena pengaruh medan neutron dan distribusi fluks neutron, dapat dinyatakan bahwa reaktivitas penyerapan elemen kendali adalah sebagai fungsi posisi.

Penentuan harga reaktivitas dengan metode *inverse kinetics* dilakukan dengan penjatuhan batang kendali dan mengamati perubahannya sebagai fungsi waktu. Perbandingan level daya sebelum batang jatuh ( $n_0$ ) dan beberapa waktu tertentu sesudah batang jatuh ( $n_1$ ) dapat dihitung, kemudian dengan pembacaan kurva kinetik, harga reaktivitas batang kendali dapat ditentukan.

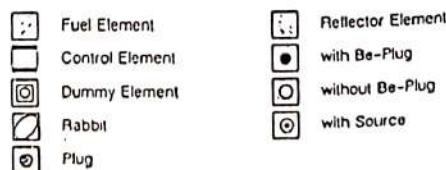
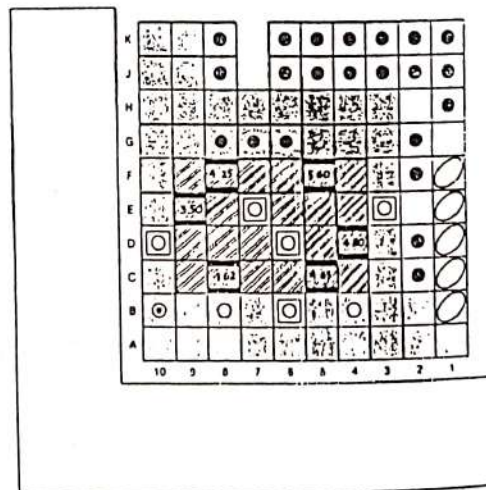
Hasil penentuan reaktivitas dengan metode *inverse kinetics* mendekati hasil yang dicatat dari reaktivimeter untuk seluruh batang kendali.

Harga reaktivitas batang kendali JDA 05 dan JDA 07 terukur dengan metoda kompensasi berbeda hasil bila dibandingkan dengan pengukuran oleh metode lain, penentuan dengan batang jatuh mempunyai harga yang lebih tinggi masing-masing 1.3 \$ dan 1.6 \$.

Harga penentuan reaktivitas tiap elemen kendali RSG GAS dan perbandingan dengan harga reaktivitas yang ditentukan dengan metode *inverse kinetics*, kompensasi dan reaktivimeter dapat dilihat pada tabel 1. Sedangkan konfigurasi teras reaktor RSG dapat dilihat pada gambar 2.

Tabel 1. Harga reaktivitas yang diamati

Elemen kendali	Posisi teras	Posisi Bank	Reaktivitas (\$)		
			Inv.ki- netics	Kom- pensasi	Reactivi- meter
JDA 01	E-9	216	3.50	3.65	-
JDA 03	F-8	204	4.25	4.47	4.20
JDA 04	F-5	185	5.60	5.33	>5.00
JDA 05	C-5	200	4.65	3.34	4.75
JDA 06	C-8	196	4.62	4.43	4.45
JDA 07	D-4	223	4.80	3.17	4.75



Gambar 2. Konfigurasi teras reaktor Serba Guna.

## KESIMPULAN

Penentuan reaktivitas batang kendali pada konfigurasi teras II RSG G.A. Siwabessy telah diselesaikan dari program experiment fisika reaktor dengan beberapa metode pengukuran.

Dari data pengamatan diatas dapat diambil beberapa kesimpulan antara lain :

1. Metode *inverse kinetics* untuk pengukuran reaktivitas batang jatuh mempunyai kelebihan dari segi efisiensi waktu karena memerlukan waktu yang relatif lebih singkat.

2. Hasil pengukuran reaktivitas dengan metode *inverse kinetics* sedikit berbeda dengan hasil pengukuran dengan metode kompensasi, hal ini disebabkan adanya efek bayangan dari posisi detektor oleh batang kendali disekitarnya.

3. Harga reaktivitas batang kendali pada teras II berkisar 3.34 \$ sampai 5.33 \$, dan harga penyerapan terbesar pada posisi teras F- 5.

## DAFTAR PUSTAKA

- 1.R.Nabbi, *Experimental Reactor Physics for the Indonesian Research Reactor MPR-30 KFA/BATAN/IAEA-Report*, Feb.- March 1989.
- 2.David L Hetrick, *Dynamics of Nuclear Reactor* The University of Chicago Press, Chicago and London
- 3.Pengantar Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Nuklir, BATAN Jakarta 1978.