

ANALISIS DATA PERCOBAAN BATANG KENDALI JATUH DENGAN PROGRAM KOMPUTER POKIN DAN KINIK

Putranto Ilham Yazid, Liliana S. Pandi, Arlinah Kusnowo
Pusat Penelitian Teknik Nuklir - Badan Tenaga Atom Nasional

ABSTRAK

ANALISIS DATA PERCOBAAN BATANG KENDALI JATUH DENGAN PROGRAM KOMPUTER POKIN DAN KINIK. Data yang diperoleh dari batang kendali jatuh, yang dilaksanakan pada reaktor Serba Guna MPR-30 Serpong, dianalisis dengan dua program komputer yang berbeda, yakni POKIN dan KINIK. Kelompok data pertama didapat dari pencacahan neutron pada saat reaktor diberi reaktivitas - 0,5 \$ secara mendadak dari keadaan setimbang 105 KW, sedangkan kelompok data kedua diperoleh dengan memberikan reaktivitas sebesar - 2,1 \$ dari keadaan setimbang 1 MW. Hasil pencacahan tersebut dibandingkan dengan keluaran program POKIN yang diberi masukan masing-masing sebesar 0,5 \$ dan 2,1 \$. Perbandingan antara data percobaan dengan keluaran program POKIN memperlihatkan hasil yang selalu lebih kecil bagi keluaran POKIN, yang berarti harga-harga reaktivitas masukan tersebut terlalu besar. Dari program KINIK, yang diberi masukan data percobaan, diperoleh harga-harga reaktivitas yang memang lebih kecil dari yang diperkirakan di atas. Selanjutnya harga-harga reaktivitas yang dihitung oleh KINIK tersebut dijadikan masukan bagi program POKIN, dan keluarannya ternyata sangat cocok dengan data percobaan.

ABSTRACT

ANALYSIS OF ROD DROP EXPERIMENT DATA USING POKIN AND KINIK COMPUTER PROGRAMS. Rod drop experiment data obtained from Serpong Multi Purpose Reactor MPR-30 have been analysed using two different computer programs i.e., POKIN and KINIK. The first group of data was taken from the neutron counting when The reactor was given - \$ 0.5 reactivity promptly at 105 Kw, while the second group was taken when the reactor was given - \$ 2.1 at 1 Mw. Those two groups of data were then compared with the output of the POKIN program which was inputted reactivities of - \$ 0.5 and - \$ 2.1 respectively. These comparison showed that the output of the POKIN program was always less than those data, which also meant the input reactivities were to high. The KINIK program inputted with the same experimental data resulted in the output which was less than that expected above. Futhermore, the reactivities wich calculated by KINIK were inputted to the POKIN program and its output, infact, was in excellent agreement with the experimental data.

PROGRAM POKIN

Program ini diperoleh dari pakar kinetika reaktor Mr. Om Pal Singh, yang merupakan modifikasi dari program AIREK III. Ia menyelesaikan persamaan kinetika reaktor secara numerik, yakni dengan metode Runge-Kutta. Besar selang waktu perhitungan dicari sedemikian rupa sehingga diperoleh optimasi antara ketelitian dengan waktu-kerja komputer.

Persamaan yang diselesaikan oleh program POKIN adalah

$$\frac{dn(t)}{dt} = \frac{\rho(t) - \beta}{\Lambda} n(t) + \sum_{i=1}^6 \lambda_i C_i(t) \quad (1)$$

$$\frac{dC_i(t)}{dt} = \frac{\beta_i}{\Lambda} n(t) - \lambda_i C_i(t) \quad (2)$$

$$\text{dengan } \rho(t) = \rho_{ex}(t) + \rho_{fb}(t) \quad (3)$$

dimana::

$n(t)$ = jumlah neutron total

$\rho(t)$ = reaktivitas total [Δ^k/k]

β = fraksi total neutron kasip = $\sum_{i=1}^6 \beta_i$

Λ = waktu hidup neutron - dadak (prompt neutron life time) [detik]

λ_i = konstanta peluruhan neutron kasip kelompok ke i [detik⁻¹]

$C_i(t)$ = jumlah neutron kasip

β_i = fraksi neutron kasip kelompok ke i

$\rho_{ex}(t)$ = reaktivitas - luar [Δ^k/k]

$\rho_{fb}(t)$ = reaktivitas - balik [Δ^k/k]

Dengan memasukkan bentuk fungsi ρ_{ex} maupun $\rho(t)$ maka program ini dapat digunakan

untuk menganalisis dan menirukan reaktor, baik dalam keadaan transien maupun setimbang.

Dalam menganalisis data percobaan yang terkumpul saat ini (yakni kelompok data SPN6010 dan SPN6052), program POKIN diberi masukan $\rho_{ex}(t) = \text{konstanta}$ dan $\rho_{\beta}(t) = 0$, yakni tidak ada reaktivitas balik sama sekali.

Pengandaian di atas didukung oleh kenyataan bahwa selama percobaan berlangsung, daya reaktor diatur rendah (masing-masing 105 KW dan 1MW), sehingga beda temperatur air pendingin yang masuk dan keluar tidak lebih dari 0,5 °C (pada daya 1 MW). Dengan demikian reaktivitas balik akibat perubahan temperatur bahan bakar, terutama akibat perubahan temperatur air pendingin, dapat diabaikan. Dilain pihak, karena percobaan yang dilakukan adalah dengan cara menjatuhkan-bebaskan batang kendali, perubahan reaktivitas yang terjadi dapat dianggap seketika, sehingga pengandaian $\rho_{ex}(t) = \text{konstanta}$ dapat dipenuhi dengan sempurna.

PROGRAM KINIK

Program ini dikembangkan oleh KFA Julich untuk mengkalibrasi batang kendali di reaktor penelitian FRJ-1, FRJ-2, AVR, dan DR-2.. Ia menyelesaikan persamaan kebalikan-kinetika (*invers kinetics*) yakni:

$$\rho(t) = \left[\frac{dn(t)}{dt} - \sum_{i=1}^6 \lambda_i C_i(t) \right] * \frac{\Lambda}{n(t)} + \beta > (4) \text{ dan}$$

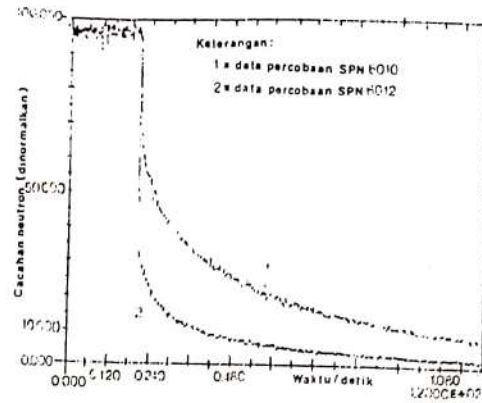
persamaan (2), yakni:

$$\frac{dC_i(t)}{dt} = \frac{\beta_i}{\Lambda} n(t) - \lambda_i C_i(t)$$

Persamaan-persamaan terakhir di atas oleh program KINIK juga diselesaikan dengan metoda Runge-Kutta. Dengan masukan berupa data cacahan neutron akan dihasilkan keluaran berupa (perubahan) reaktivitas terhadap waktu. Dengan mengambil harga rata-rata dari reaktivitas yang dihitung dari beberapa saat setelah batang kendali dijatuhkan sampai waktu pengukuran cacah neutron berakhir akan dapat diperoleh harga reaktivitas batang kendali tersebut.

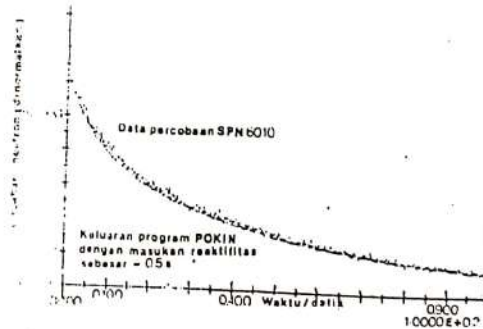
ANALISIS

Data diperoleh dari percobaan batang kendali jatuh yang dilaksanakan di Reaktor Serba Guna MPR-30 Serpong. Sinyal yang berasal dari detektor JKTO CX 821 dicatat oleh MSC. Setiap kanal setara dengan 0,2 detik, sehingga diperoleh data cacahan neutron selama selang waktu total 409,4 detik. Sebagian data percobaan disajikan dalam bentuk grafik yang dinormalkan (gambar 1).

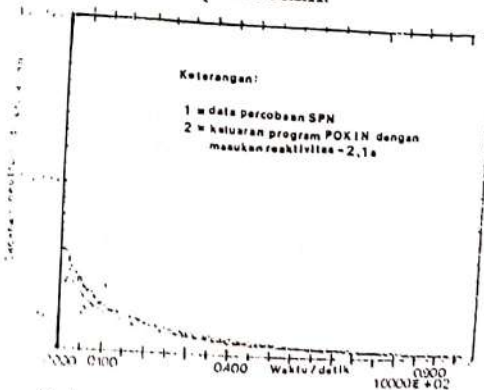


Gambar 1. Kurva cacahan neutron vs waktu; sebagian dari data percobaan

Kelompok data SPN6010 diperoleh dengan menjatuhkan batang kendali pada saat daya reaktor dalam keadaan setimbang 105 KW. Reaktivitas batang kendali yang dijatuhkan pada saat itu adalah 0,5 \$. Kelompok data kedua, yakni SPN6012 yang didapat dengan cara yang sama, tetapi daya reaktor saat setimbang adalah 1 MW dan reaktivitas batang kendali yang dijatuhkan adalah sebesar 2,1 \$. Dengan memberikan masukan masing-masing sebesar - 0,5 \$ dan - 2,1 \$ bagi program POKIN, diperoleh hasil seperti tampak dalam gambar 2 dan 3.



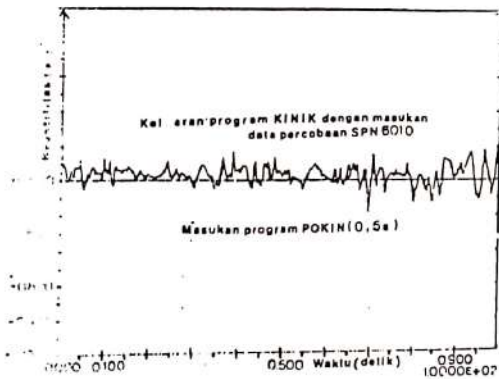
Gambar 2. Kurva cacahan neutron vs waktu; sebagian dari data percobaan.



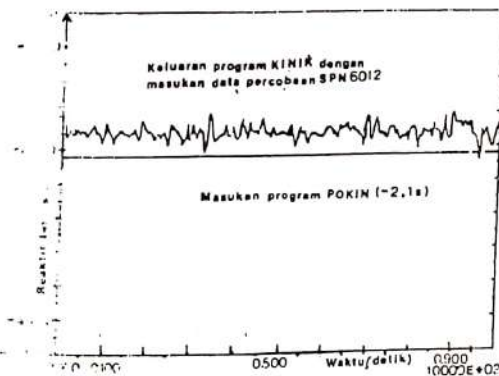
Data percobaan dalam gambar-gambar di Gambar 3. Kurva cacahan neutron vs waktu; sebagian dari data percobaan.

atas diambil dari sebagian data percobaan yang

20-120 detik. Pengambilan selang waktu di atas adalah sembarang, yakni mulai dan saat batang kendali jatuh sampai 100 detik berikutnya. Dengan lebar selang waktu 100 detik tersebut diharapkan akan dapat dilihat secara rinci perbedaan antara data percobaan dengan hasil perhitungan program. Gambar 4 dan 5 menunjukkan keluaran program KINIK yang masing-masing diberi masukan data percobaan SPN6010 dan SPN6012. Sebagai perbandingan dicantumkan pula harga (kuva) reaktivitas yang dijadikan masukan bagi program POKIN dalam mengolah masing-masing data percobaan. Dari gambar (4) dan terutama dari gambar 5 terlihat jelas bahwa harga (rata-rata) reaktivitas batang kendali yang dihitung oleh program KINIK (relatif) lebih dari yang diperkirakan (yakni -0,5 \$ dan -2,1 \$).

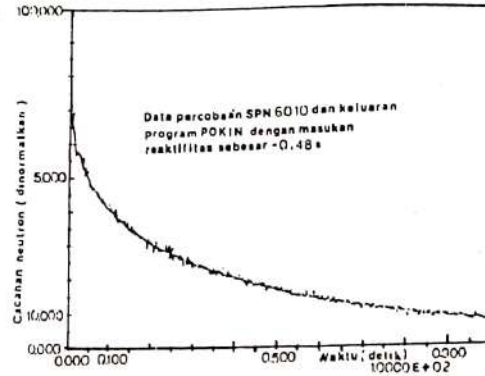


Gambar 4. Kurva harga reaktivitas vs. waktu; sebagian dari data percobaan

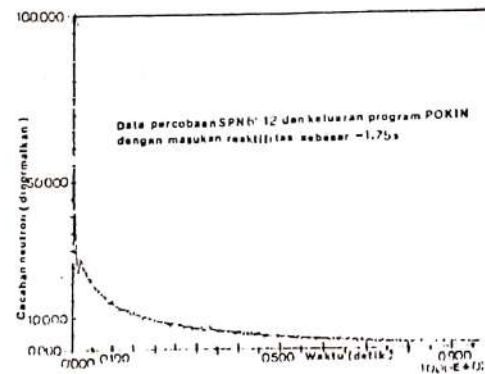


Gambar 5. Kurva harga reaktivitas vs. waktu; sebagian dari data percobaan

Dengan mengamati gambar-gambar di atas dapat dihitung reaktivitas batang kendali, yang dihasilkan oleh program KINIK, yaitu masing-masing sebesar -0.48 \$ dan -1.75 \$. Jika harga-harga terakhir tersebut dijadikan masukan bagi program POKIN, akan diperoleh hasil seperti terlihat pada gambar (6) dan (7), yang menunjuk-



Gambar 6. Kurva cacahan neutron vs. waktu; sebagian dari data percobaan



Gambar 7. Kurva cacahan neutron vs. waktu; sebagian dari data percobaan

kan kesesuaian yang tinggi antara data percobaan dengan hasil perhitungan. Kedua kurva tersebut berhimpitan, sehingga sukar dibedakan.

Parameter-parameter yang digunakan pada percobaan dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Parameter neutron kasip dan waktu hidup neutron dadak dari RSG-MPR-30 Serpong yang digunakan dalam analisis data percobaan SPN 6010 dan SPN 6012.

i	β_i/β	λ_i [detik ⁻¹]
1	0.038	1.272 E - 02
2	0.213	3.174 E - 02
3	0.188	1.155 E - 01
4	0.407	3.108 E - 01
5	0.128	1.397 E - 00
6	0.026	3.872 E - 00

KESIMPULAN

Dari perhitungan program KINIK dan POKIN seperti telah diuraikan di atas dapat disimpulkan bahwa dengan menggabungkan kedua program tersebut dalam menganalisis data

percobaan batang kendali jatuh, dapat diperoleh hasil perhitungan reaktifitas yang sangat teliti. Juga dapat disimpulkan bahwa harga reaktifitas batang kendali pada kedua percobaan diatas masing-masing adalah 0,48 \$ dan 1,75 \$, yang sekaligus menunjukkan bahwa ketelitian perhitungan yang tinggi tetap dapat diperoleh baik untuk reaktifitas yang rendah maupun yang tinggi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada sdr. Asia Apriswati yang telah bersusah payah mengetik dan menyunting makalah ini, dan kepada semua pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan percobaan ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Putranto Ilham Yazid, Liliana S Pandi, Arlinah Kusnowo and Om Pal Singh, *Validation of Computer Codes POKIN and KINIK against Experimental Result*, IAEA-PPTN/INS/04/018/03/14, 1988.
2. Om Pal Singh, Amil Mardha and Arlinah Kusnowo, *POKIN a Point Kinetics Computer Code with Feedback through Dynamic Power Coefficient of Reactivity*, IAEA-PPTN/INS/04/018/03/3, 1987.
3. K.J. Kalker, R. Nabbi and H.J. Borman, *Computer Codes for the Operational Control of the Research Reactor*, Jul-2037, 1986.
4. *MPR-30 Safety Analysis Report*, BATAN, Vol.3, 1986.