

## **SIMULASI KENDALI DAYA REAKTOR G.A. SIWABESSY MENGGUNAKAN JARINGAN SYARAF TIRUAN**

**Rezky Mahardika Saryadi, Kawkab Mustofa S.T**  
*PRSG-BATAN Serpong*

### **ABSTRACT**

*The power control of Multipurpose Reactor Control G.A. Siwabessy has been done manually by the operator with the help of using a conventional feedback controller (PI controller) installed in the RPS module. In this research, the simulation of reactor power control using artificial neural network (ANN) using backpropagation method with damped least-squares (DLS) algorithm. This study uses two ANN, which acts as a model and controller. The ANN-Backpropagation reactor model is trained using input from the sensor, control rod and input-output reactor circuit state. The ANN controller is trained by comparing the control system response and the PI control output from the reactor. A trained ANN controller is then tested using an reactor simulation. The simulation result shows that ANN-controller succeeded in reducing overshoot and settling time that might happen by using PI controller.*

*Keywords : ANN,Backpropagation,DLS,PI controller*

### **ABSTRAK**

Pengendalian daya Reaktor Serbaguna G.A. Siwabessy telah dilakukan secara manual oleh operator dengan bantuan menggunakan pengontrol umpan balik konvensional (PI controller) yang terpasang pada modul RPS. Dalam penelitian ini, dilakukan uji coba simulasi kontrol daya reaktor menggunakan Jaringan Saraf Tiruan (JST) menggunakan metode backpropagation dengan algoritma damped least-squares (DLS). Penelitian ini menggunakan dua model JST yang bertindak sebagai sistem pengendali dan model. Model reaktor JST dilatih menggunakan masukan dari sensor, batang kendali dan keadaan masukan dan keluaran dari reaktor. JST pengendali dilatih dengan membandingkan respon sistem kontrol dan keluaran kontrol PI dari reaktor. JST yang terlatih kemudian diuji coba dengan menggunakan simulasi reaktor yang telah terkondisi. Hasil simulasi menunjukkan bahwa dengan menggunakan JST berhasil mengurangi overshoot dan waktu penyelesaian yang mungkin terjadi dengan menggunakan PI controller.

Kata kunci : ANN,Backpropagation,DLS,Pengendali PI

## 1. PENDAHULUAN

Pengendalian daya Reaktor Serba Guna G.A.Siwabessy telah dilakukan selama ini dengan cara manual maupun otomatis dengan menggunakan metode pengendalian umpan balik konvensional (PID). Seperti reaktor nuklir yang lainnya, RSG G.A Siwabessy memerlukan sistem kendali yang dapat mengatur jalannya operasi dengan aman dan efisien. Pengendalian daya RSG G.A Siwabessy saat ini dapat dilakukan baik secara manual maupun otomatis dengan pengendalian umpan balik PID. Kendali manual mempunyai kelemahan karena kondisi fisik maupun mental sang operator sangat mempengaruhi unjuk kerjanya. Terjadinya overshoot yang cukup besar serta waktu penetapan yang relatif panjang merupakan kelemahan kendali umpan balik PID. Oleh karena itu perlu dicari alternatif lain untuk pengaturan daya Reaktor.

Jaringan syaraf tiruan (JST) tersusun atas elemen-elemen sederhana yang beroperasi secara paralel. Elemen-elemen ini diilhami oleh sistem syaraf biologis sehingga dapat menirukan kerja otak manusia. JST yang telah dilatih dapat melakukan fungsi-fungsi kompleks di berbagai bidang, antara lain identifikasi, pengenalan pola, klasifikasi, restorasi citra, termasuk juga untuk sistem kendali (Demuth and Beale, 1994). JST juga dapat digunakan untuk kendali, sehingga dapat dicoba untuk diterapkan pada pengendalian RSG G.A.S .

Penelitian yang dilakukan Yoyok Pambudi (2015) tentang kendali daya reaktor RSG G.A.S Dengan menggunakan metode Particle Swarm Optimization dan kendali DIC mendapatkan hasil yang cukup baik dengan parameter masukkan kendali berupa posisi 8 batang kendali. Keberhasilan pengendalian dilihat dengan menggunakan hasil MSE (Mean Square Error) yang kecil.

Achmad (1998) telah melakukan simulasi Kendali Jaringan Syaraf Tiruan untuk kendali daya Reaktor dengan menirukan kerja Kendali Logika Samar. Pada penelitian ini, pengoptimasian konfigurasi Jaringan Syaraf Tiruan untuk kendali daya Reaktor dilakukan dengan membandingkannya dengan model referensi linier. Pengaturan parameter kendali dengan linierisasi umpan balik dapat menghilangkan ketidaklinieran yang ada pada sistem yang dikendalikan, dalam hal ini Reaktor R.S.G Dengan demikian respon yang

dikehendaki dapat diatur dengan mudah (Demuth and Beale, 1994).

Oleh karena itu perlu dilakukan optimasi pengendalian daya dengan menggunakan simulasi numeris yang hasilnya akan dipergunakan sebagai dasar pada penerapannya di Reaktor RSG G.A.S yang sebenarnya. Pada penelitian ini, pelatihan JST dilakukan menggunakan Matlab, sedangkan simulasi kendali Reaktor dilakukan menggunakan perangkat lunak Matlab. Pada penelitian ini simulasi kendali hanya dilakukan untuk pengaturan daya pada Operasi daya rentang start-up mengingat sifat reaktor nuklir yang sangat berbeda pada operasi start-up, operasi normal, dan operasi shut-down.

## 2. METODOLOGI

### Model Reaktor

Pada penelitian ini, Reaktor dimodelkan sebagai reaktor titik, di mana rapat neutron  $n$  dan konsentrasi 6 kelompok prekursor  $c_i$  ditentukan dari persamaan diferensial simultan (Lamarsh, 1974) Reaktivitas total teras  $\rho$  saat operasi pada daya kerja tersusun atas beberapa komponen,

$$\rho(t) = \rho_i(t) + \rho_{fb}(t) + \rho_c(t) \quad (1)$$

di mana  $\rho_i$  adalah reaktivitas sisipan, dan  $\rho_{fb}$  adalah reaktivitas umpan balik yang merupakan fungsi dari temperatur bahan bakar dan pendingin yang dinyatakan sebagai

$$\rho_{fb}(t) = \alpha_{TF} (Tf(t) - Tf(0)) + \alpha_{TC} (Tc(t) - Tc(0)) \quad (2)$$

sedangkan  $\rho_c$  adalah reaktivitas sistem kendali yang akan ditentukan oleh kendali jaringan syaraf tiruan yang diteliti. Daya reaktor ditentukan oleh massa material fisil serta rapat neutron rerata dalam teras. Hubungan daya reaktor dengan rapat neutron rerata adalah

$$P(t) = 2,61712235 \cdot 10^{-2} n(t) \quad (3)$$

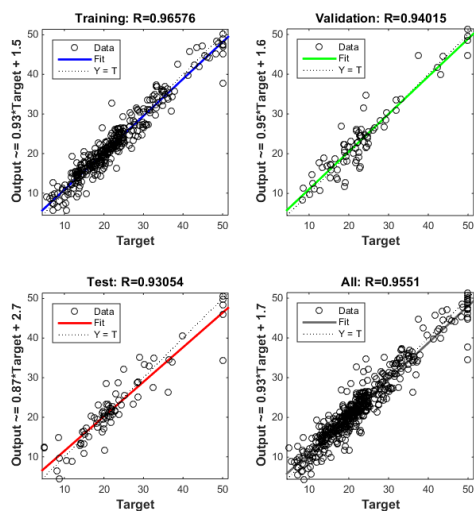
sedangkan laju pembangkitan panas persatuan panjang dinyatakan sebagai fungsi daya

$$q'(t) = P(t) / LN \quad (4)$$

### Algoritma backpropagation

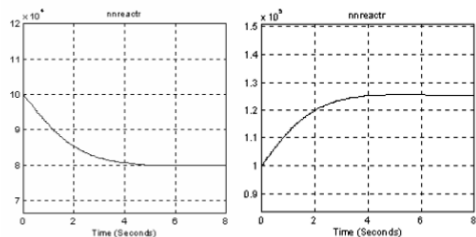
Backpropagation Neural Network merupakan algoritma pelatihan terbimbing yang mempunyai banyak lapisan. BPNN menggunakan error output untuk mengubah nilai bobot-bobotnya dalam arah mundur (backward). Untuk mendapatkan error ini, tahap perambatan





Gambar 4. Hasil tampilan regresi linier pada proses backpropagation

Simulasi pada JST-kendali dilakukan pada rentang daya dari 0 sampai dengan 100 kW. Gambar 3 menunjukkan respon sistem pengendalian pada kenaikan daya dari 100 kW ke 300 kW. Berdasarkan hasil simulasi ini, daya yang dikehendaki akan dapat dicapai dalam waktu 4 detik. Sedangkan pada Gambar 4 menunjukkan respon sistem pengendalian pada penurunan daya dari 100 ke 80 kW. Penurunan daya ke 80 dapat dicapai dalam waktu 4,3 detik.



Gambar 5. Proses perubahan daya dan kenaikan daya

Hasil simulasi menunjukkan bahwa JST-kendali memberikan respon tanpa overshoot. Ini merupakan keunggulan dibandingkan dengan kendali PID yang mempunyai overshoot tinggi dan settling time yang lama. Pengujian lain dilakukan dengan gangguan akibat adanya perubahan reaktivitas baik berharga positif maupun negatif dari keadaan setimbang dalam hal ini diberikan reaktivitas sebesar 0,20

## KESIMPULAN

Hasil simulasi kontrol daya reaktor menunjukkan bahwa penggunaan JST-kendali dapat menekan besarnya overshoot dan settling time yang terjadi pada penggunaan control PID dan juga Skema kendali JST-DLS mampu mengurangi daya reaktor yang terdapat noise di dalamnya. Hal ini ditandai dengan stabilnya daya keluaran reaktor pada simulasi. JST-DLS juga dapat mengkompensasi gangguan reaktivitas positif maupun negatif

## DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, B. Simulasi Kendali Daya Reaktor Kartini Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan yang Menirukan Kerja Kendali Logika Samar. 1998.
- Danupoyo, Sarwo. Optimasi Sistem Pengendali Reaktor Daya. Lokakarya Komputasi Dalam Sains dan Teknologi Nuklir BATAN. 1998.
- Hetrick, David. Dynamics of Nuclear Reactors, The University of Chicago Press. Chicago and London.
- Lamarsh, J.R. 1972. Introduction to Nuclear Reactor Theory, Addison-Wisley Publishing Company Inc. Massachusetts.
- Lee, Yoon Joon. 1994. The Control Rod Speed Design for the Nuclear Reactor Power Control Using Optimal Control Theory. Journal of the Korean Nuclear Society
- Ogata, Katsuhiko. Discrete Time Control System. Prentice Hall International, Inc. 1987

