

## **ANALISIS DINAMIKA REAKTOR AKIBAT KECELAKAAN REAKTIVITAS PADA MODA SATU JALUR PENDINGIN RSG-GAS**

**Endiah Puji Hastuti**

Pusat Pengembangan Teknologi Reaktor Riset-BATAN

### **ABSTRAK**

**ANALISIS DINAMIKA REAKTOR AKIBAT KECELAKAAN REAKTIVITAS PADA MODA SATU JALUR PENDINGIN RSG-GAS.** Dalam rangka penghematan biaya operasi reaktor, pengoperasian reaktor dengan satu jalur sistem pendingin sedang dikaji. Penentuan daya maksimum reaktor telah dilakukan, demikian pula dengan analisis keselamatan teras reaktor pada kondisi tunak dan transien LOFA. Untuk melengkapi analisis tersebut, pada penelitian ini dilakukan analisis kecelakaan reaktivitas yang dilakukan dengan program PARET-ANL. Simulasi kecelakaan dilakukan dengan insersi reaktivitas dalam bentuk *ramp*, yang disebabkan oleh penarikan batang kendali. Analisis dilakukan pada dua tingkat daya yaitu daya rendah 1 Watt dan daya tinggi 1 MW, dengan batas proteksi daya satu jalur untuk masing-masing keadaan. Hasil analisis menunjukkan bahwa pada analisis dinamika reaktor ini, secara teknis RSG-GAS dapat dioperasikan dengan aman menggunakan moda satu jalur.

**Kata kunci:** satu jalur sistem pendingin, *reaktivitas ramp*, kriteria keselamatan, PARET-ANL.

### **ABSTRACT**

**REACTOR DYNAMIC ANALYSIS DUE to REACTIVITY of THE RSG-GAS at ONE LINE COOLING MODE.** In the frame of minimizing the operation-cost, operation mode using one line cooling system is being evaluated. Maximum reactor power has been determined and steady state and LOFA transient analysis have also been done. To complete those analyses, the reactivity analysis was done by means of a core dynamic and thermal hydraulic code, PARET-ANL. Accident simulation was done by a ramp reactivity accident due to control rod withdrawal. Reactivity analysis was carried out at two power range i.e. low and high power level, by imposing one line mode reactor protection limits. The results show that technically, the RSG-GAS can be operated safely using one line mode.

**Key words:** one line cooling system, ramp reactivity, safety criteria, PARET-ANL.

## PENDAHULUAN

Dalam rangka penghematan biaya operasi reaktor, pengoperasian reaktor dengan satu jalur sistem pendingin sedang dikaji dan untuk itu telah cukup data analisis yang selesai dilakukan, sebagai data dukung teknis pembuatan Laporan Analisis Keselamatan (LAK). Sebelum moda operasi diubah dari normal menjadi satu jalur, diperlukan ijin operasi dari pihak pengawas (BAPETEN). Laporan analisis keselamatan ini diperlukan untuk meyakinkan Badan Pengawas bahwa dengan perubahan moda operasi ini, keselamatan pengoperasian reaktor tetap terjamin.

Pada penelitian terdahulu telah dilakukan pengujian hidrolika dan analisis daya maksimum yang dapat dioperasikan pada moda operasi satu jalur, sebesar 15 MW dan batas proteksi 17,1 MW [1], serta analisis transien reaktor pada saat LOFA. Analisis dilakukan dengan menggunakan hasil perhitungan neutronik pada teras RSG-GAS berbahan bakar silisida [2]. Salah satu analisis yang penting untuk dilakukan adalah dinamika reaktor akibat kecelakaan reaktivitas, dimana adanya perubahan *setting* sistem proteksi reaktor (*RPS=Reactor protection System*) karena pembatasan daya reaktor dengan satu moda ini akan memberikan karakteristik dinamika reaktor yang spesifik. Skenario kecelakaan dipilih menggunakan jenis kecelakaan reaktivitas akibat penarikan batang kendali pada daerah *start-up* dan pada daya tinggi.

Metodologi penelitian dilakukan dengan simulasi insersi reaktivitas ramp. Analisis dilakukan dengan menggunakan program perhitungan PARET-ANL. Program ini mengkopel persamaan perhitungan kinetika reaktor dan termodinamika di dalam teras reaktor. Dalam perhitungan ini dilakukan analisis dinamika reaktor akibat insersi reaktivitas *ramp* batang kendali. Analisis dilakukan dengan menggunakan program PARET-ANL, pada dua rentang daya yaitu *start-up* pada daya rendah 1 Watt dan daya tinggi 1MW [3], menggunakan batas proteksi moda satu jalur masing-masing sebesar 4,5 MW dan 17,1 MW. Pembagian kanal dibagi menjadi dua yaitu kanal rerata dan kanal terpanas, dimana analisis pada kanal terpanas telah memperhitungkan faktor-

faktor teknis dan nuklir. Margin keselamatan instabilitas aliran digunakan sebagai batas pengoperasian reaktor.

## TEORI

Transien yang terjadi pada reaktor akan memicu suatu kondisi dinamika reaktor yang cukup kompleks. Reaktivitas masukan yang diberikan pada reaktor akan mengakibatkan perubahan kerapatan daya reaktor, kenaikan rapat daya akan mengakibatkan perubahan suhu; perubahan suhu akan memberikan *feedback* (umpan balik) reaktivitas, hingga daya reaktor mencapai batas proteksi reaktor. Demikian pula dengan adanya perubahan transien pendingin reaktor akan mengubah kondisi reaktivitas, dan sekaligus juga mengubah daya reaktor [4]. Dinamika reaktor merupakan suatu kondisi yang sangat dipengaruhi oleh peristiwa fisika yang berkaitan dengan: kinetika neutron – proses perpindahan panas – dan hidrodinamika. Jawaban terhadap kondisi dinamika reaktor sangat bergantung pada sejauh mana ketiga proses tersebut dapat disimulasikan, serta sejauh mana ketelitian dari asumsi pendekatan dilakukan [5].

Secara umum, proses dinamika reaktor sebagai suatu sistem [4,5,6] dapat digambarkan dengan model seperti dijelaskan dalam Gambar 1.

Reaktivitas total sebagai fungsi waktu  $t$   $R(t)$  merupakan jumlah dari beberapa reaktivitas penyusun, yaitu:

$$R(t) = R_i(t) + R_{fb}(t) + R_c(t) + R_{sd}(t) \quad (1)$$

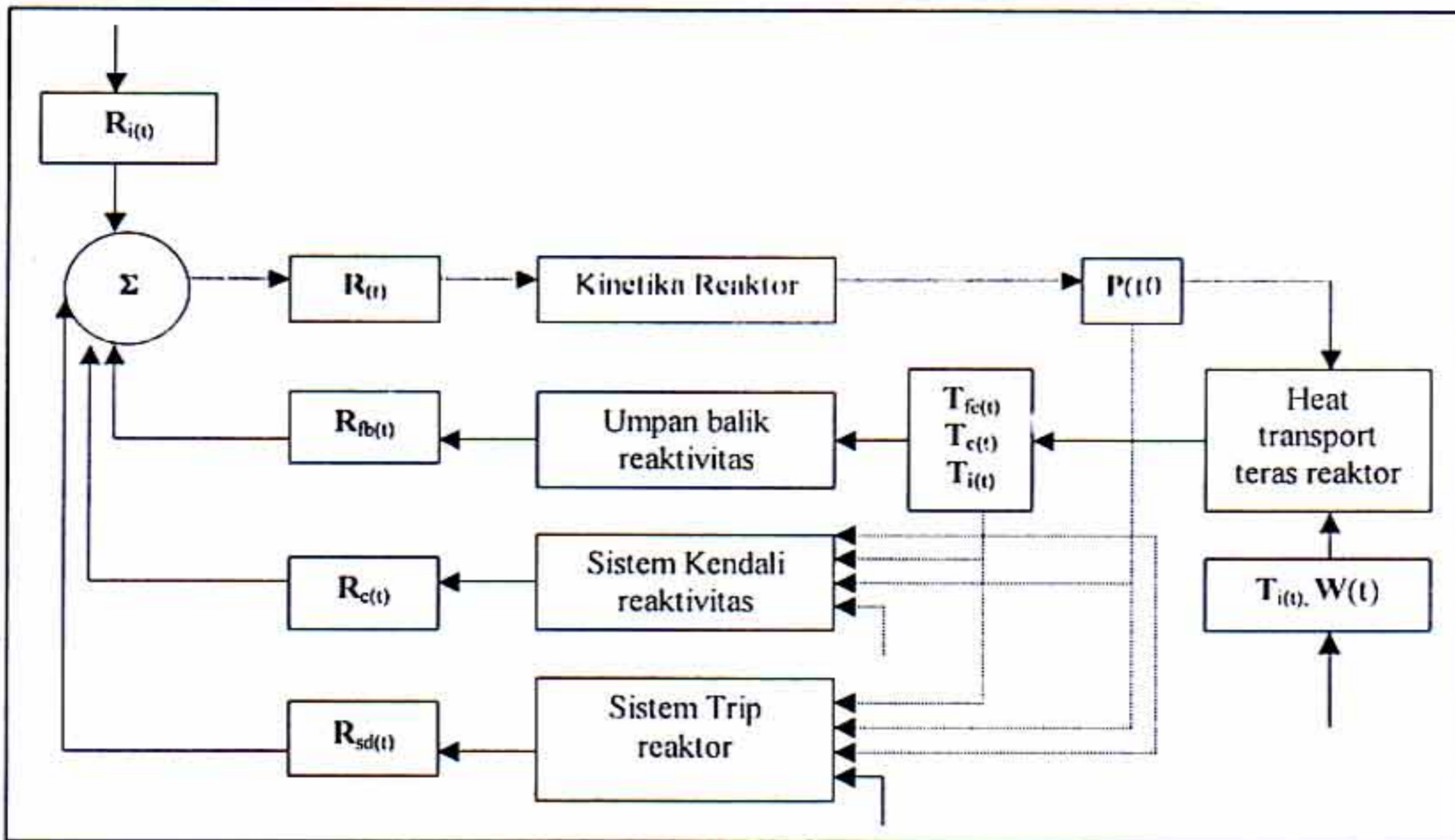
Dengan:

$R_i(t)$  = reaktivitas pemicu/penyebab kejadian

$R_{fb}(t)$  = reaktivitas umpan balik termohidrolika

$R_c(t)$  = reaktivitas sistem kendali reaktor

$R_{sd}(t)$  = reaktivitas sistem *shutdown* reaktor



Gambar 1. Model dinamika reaktor

Secara rinci, umpan balik reaktivitas  $R_{fb}(t)$  dapat diuraikan lebih lanjut atas komponen sebagai berikut:

$$R_{fb}(t) = R_{rod}(t) + R_{mt}(t) + R_{md}(t) + R_{Dop}(t) \quad (2)$$

dengan:

$R_{rod}(t)$  = umpan balik reaktivitas akibat ekspansi volumetrik bahan bakar

$R_{mt}(t)$  = umpan balik reaktivitas akibat perubahan suhu moderator

$R_{md}(t)$  = umpan balik reaktivitas akibat perubahan kerapatan bahan bakar

$R_{Dop}(t)$  = umpan balik reaktivitas dari perubahan suhu bahan bakar (*Doppler*)

## Penyelesaian kinetika reaktor

Dinamika reaktor dapat terjadi karena transien daya atau transien akibat penurunan laju alir pendingin reaktor. Transien daya disimulasikan dengan adanya insersi reaktivitas sebagai fungsi waktu atau daya rerata teras reaktor sebagai *derivative* waktu.

$$\begin{aligned}\frac{dP(t)}{d(t)} &= \frac{\beta}{\Lambda} \left\{ [\rho(t) - 1]P(t) + \sum_{i=1}^I f_i W_i(t) \right\} + S(t) \\ \frac{d(W_i)}{d(t)} &= \lambda_i P(t) - \lambda_i W_i(t)\end{aligned}\tag{3}$$

dengan:

- $\Lambda$  = waktu generasi neutron serempak
- $\lambda_i$  = konstanta peluruhan prekursor neutron lambat grup i
- $\beta$  = fraksi neutron lambat efektif
- $C_i$  = konsentrasi prekursor neutron lambat grup i
- $F_i$  = fraksi neutron lambat grup i,  $\beta_i/\beta$
- $S(t)$  = sumber

## Model hidrodinamika

Bagian perpindahan panas pada model dinamika reaktor akan menerangkan proses perpindahan panas dari elemen bakar ke pendingin sebagai akibat transien pendingin atau perubahan daya yang disebabkan oleh perubahan kinetika reaktor akibat penyisipan reaktivitas. Model penyederhanaan yang ada biasanya melihat bahwa proses perpindahan panas pada elemen bakar menggunakan model satu dimensi dengan mekanisme konduksi, sedangkan perpindahan panas dari kelongsong elemen bakar ke pendingin menggunakan mekanisme konveksi. Perpindahan panas pada elemen bakar ke pendingin akan menyebabkan perubahan pada proses hidrodinamika pendingin.

Kondisi termohidrolika di dalam kanal pendingin reaktor selama transien dapat diturunkan dari hukum-hukum kekekalan masa, momentum dan energi. Hukum dasar kekekalan masa, momentum dan energi digunakan untuk aliran transien, baik satu fase maupun dua fase. Hukum kekekalan masa, momentum dan energi untuk bentuk tak beraturan tetapi memiliki volume kendali (*control volume*) yang tetap,  $V$ , dengan luas permukaan,  $S$ , sebagai berikut [7]:

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial t} \left[ \int_V \rho dV \right] + \oint_S \vec{u} \cdot d\vec{S} &= 0 \\ \frac{\partial}{\partial t} \left[ \int_V (\rho \vec{u}) dV \right] + \oint_S (\rho \vec{u}) \vec{u} \cdot d\vec{S} &= \oint_S (\vec{p}) dS + \int_V \rho \vec{\psi} dV \\ \frac{\partial}{\partial t} \left[ \int_V (\rho e) dV \right] + \oint_S (\rho e) \vec{u} \cdot d\vec{S} &= - \oint_S \vec{\phi} \cdot d\vec{S} + \int_V q''' dV \\ &+ \oint_S (\vec{u} \cdot \vec{p}) d\vec{S} + \int_V \rho \vec{u} \cdot \vec{\phi} dV \end{aligned} \quad (4)$$

dengan arti masing-masing simbol sebagai berikut:

- $\rho$  = *volume weighted* densitas pendingin dua fase
- $\vec{u}$  = vektor kecepatan fluida
- $p$  = tekanan
- $\vec{\phi}$  = fluks panas, positif sesuai arah fluks panas
- $\vec{\psi}$  = vektor *body force* per unit masa
- $e$  = energi dalam per unit masa, termasuk panas intrinsik  
 $(H - p/\rho)$  dan energi kinetik  $\frac{1}{2} u^2$
- $q'''$  = laju pembangkitan panas volumetrik internal

Program komputer PARET-ANL[4,6] merupakan penggabungan dari aspek-aspek neutronik, hidrodinamik dan perpindahan panas. Program ini dirancang untuk memprediksi kejadian dan akibat dari suatu kecelakaan teras reaktor pada kondisi tunak dan transien. Dalam perhitungan ini PARET-ANL dimodelkan untuk menganalisis daerah teras menjadi dua bagian/daerah (*region*), masing-masing digunakan untuk menganalisis parameter termohidrolika dan keselamatan pada kanal rerata dan kanal terpanas. Nodalisasi ke arah radial dibagi menjadi 7, sedangkan ke arah aksial dibagi menjadi 21 nodal yang merepresentasikan perbedaan rapat daya yang berbeda.

#### ***Skenario Penarikan batang kendali di daerah start-up dan model perhitungan***

Jenis kecelakaan ini dianalisis pada tingkat daya awal 1 W, dimana diasumsikan daya hanya dihasilkan oleh sumber neutron *start-up*. Kecelakaan ini terjadi dengan mengasumsikan bahwa semua batang kendali secara bersama-sama ditarik dengan kecepatan maksimum sampai sistem proteksi reaktor menscram reaktor dengan menjatuhkan batang kendali ke dalam teras. Sistem primer dianggap dalam kondisi beroperasi. Lebih lanjut dipostulasikan bahwa sinyal pertama penyebab scram tidak bekerja, barulah sinyal yang kedua yang pada akhirnya menyebabkan reaktor scram. Waktu tunda antara trip dan batang kendali jatuh adalah 0,3 det. Penyerap yang dimasukkan penuh membawa reaktor ke kondisi subkritis minimum  $\rho = 0,022$  [4], dengan mengasumsikan bahwa penyerap yang paling efektif macet.

#### ***Skenario penarikan batang kendali di daerah daya dan model perhitungan***

Studi parametrik memperlihatkan bahwa kecelakaan insersi reaktivitas ini secara marjinal lebih parah untuk tingkat daya awal yang rendah [3]. Berdasarkan hasil-hasil temuan ini, dipilih tingkat daya awal kecelakaan reaktivitas pada 1 MW.

Metoda-metoda yang diterapkan di dalam analisis ini dan syarat-syarat batas adalah sama seperti untuk kecelakaan penarikan batang kendali di daerah *start-up* dengan pengecualian sebagai berikut [3]:

Sinyal-sinyal trip adalah:

- a) *Floating limit value* dilampaui
- b) Kerapatan fluks neutron terlalu tinggi ( $\geq 114\%$  termasuk ketidakpastian)

*Floating limit value* tercapai apabila seluruh bank batang kendali ditarik. Di dalam analisis sinyal trip ini dianggap tidak berlaku. Diasumsikan terjadi kegagalan di dalam instrumentasi fluks neutron, dimana dianggap kegagalan salah satu dari empat kanal pengukur fluks neutron menyebabkan *scram*. Andaiapun kanal fluks neutron ini tidak gagal seluruhnya, tetapi tidak normal maka hal ini juga akan menyebabkan *scram* karena beban tak setimbang dan akan terdeteksi selama *start-up* atau pemadaman [3].

### Data Masukan

Data masukan yang digunakan di dalam analisis ini adalah data hasil eksperimen kalibrasi batang kendali teras silisida RSG-GAS, pengukuran laju alir teras reaktor dari satu pompa primer dan data hasil perhitungan neutronik serta data teknis elemen bakar silisida 2,96g U/cc dan reaktor, tercantum dalam Tabel 1.



Tabel 1. Data masukan

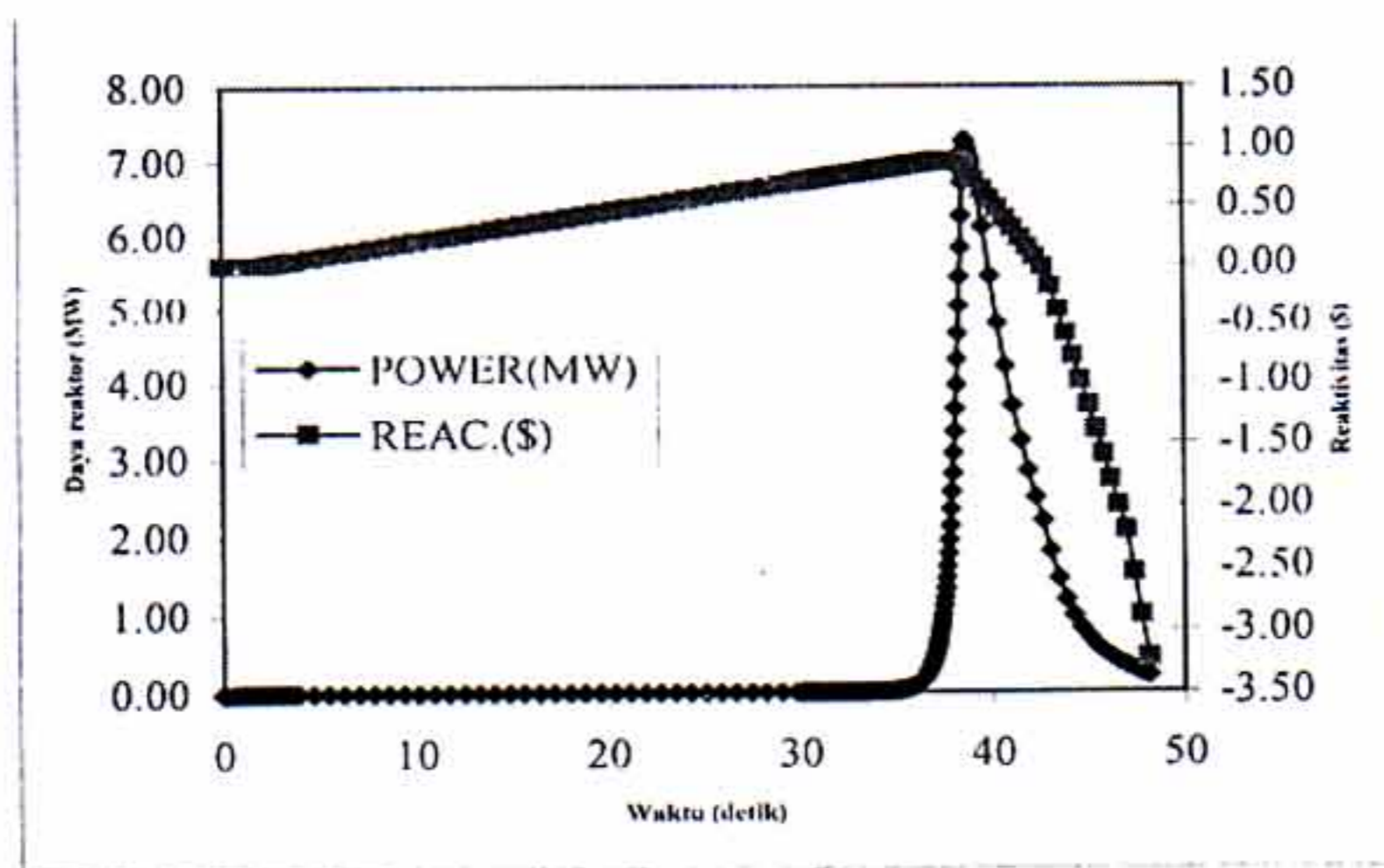
Parameter	Nilai	
Pembangkitan panas di teras reaktor,	1 Watt	1 MW
Tekanan pendingin ke teras , kg/cm <sup>2</sup>	1,997	1,997
Suhu pendingin masuk ke teras, °C	44,5	44,5
Konduktivitas U <sub>3</sub> Si <sub>2</sub> , 2,96 gU/cc dengan porositas 7% <sup>[5]</sup> , W m <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup>	107	107
<b>Faktor-faktor puncak daya :</b>		
Faktor puncak daya radial, F <sub>R</sub>	2,391	2,391
F <sub>cool</sub>	1,167	1,167
F <sub>film</sub>	1,200	1,200
F <sub>flux</sub>	1,200	1,200
F <sub>clad</sub> , F <sub>bond</sub> , F <sub>meat</sub>	1,000	1,000
Faktor puncak daya aksial, F <sub>A</sub>	1,71	1,71
Inseri Reaktivitas 4.225\$/178 detik	0,0237	0,0237
Trip daya, MW	4,5	17,1

## HASIL PERHITUNGAN DAN PEMBAHASAN

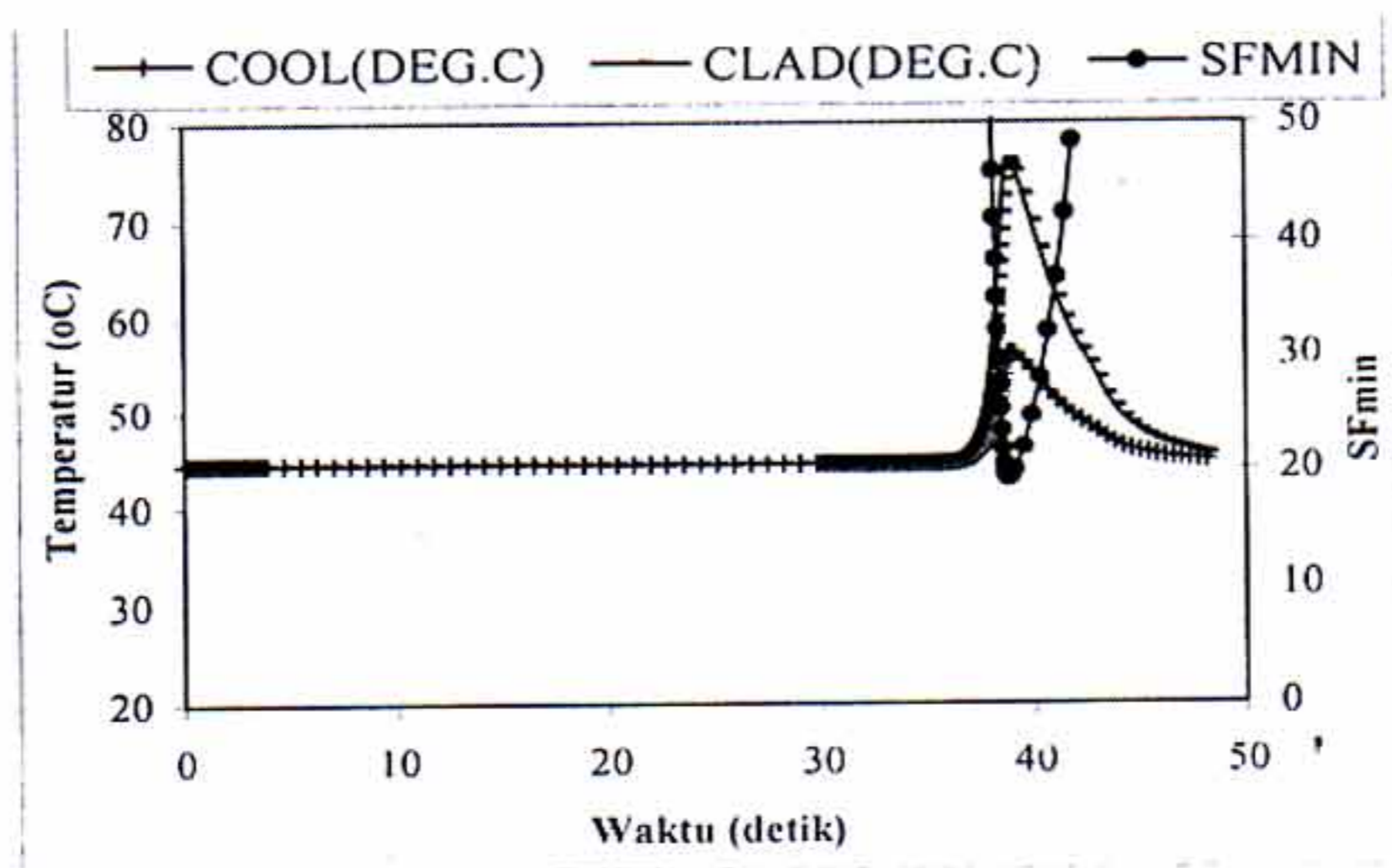
### 1. Transien reaktivitas pada daya rendah (start-up).

Reaktor diasumsikan sedang dioperasikan pada rentang daya rendah dengan daya awal 1 W menggunakan detektor kanal daya rendah JKT01. Kemudian disimulasikan terjadi inseri reaktivitas akibat kegagalan penarikan batang kendali yang memberikan reaktivitas positif, sebagai akibatnya maka daya akan naik secara cepat. Laju kenaikan daya reaktor bergantung pada sistem proteksi reaktor RSG-GAS. Pada simulasi ini diasumsikan kecepatan batang kendali memberikan reaktivitas negatif kepada teras reaktor sebesar 0,0237\$/detik. Waktu tunda (*delay time*) batang kendali jatuh sebesar 0,30 detik serta umpan balik reaktivitas sebesar 0,21875E-

01\$/detik. Transien daya dan reaktivitas sebagai fungsi waktu transien ditunjukkan oleh Gambar 2, sedangkan transien suhu dan margin keselamatan ditunjukkan oleh Gambar 3.



Gambar 2. Transien daya dan reaktivitas pada daerah *start-up* 1 Watt.



Gambar 3. Transien suhu dan margin keselamatan pada daerah *start-up* 1 Watt.

Gambar 2, dan 3, menunjukkan transien daya dan reaktivitas pada daerah *start-up*. Pada model kecelakaan pada rentang *start-up* ini daya reaktor diproteksi pada 4,5 MW. Daya reaktor mencapai puncak daya terproteksi yaitu 4,5 MW pada detik ke 38,25. Suhu bahan bakar, suhu kelongsong dan suhu pendingin, pada saat itu masing-masing adalah: 63,12°C, 62,17°C dan 49,68°C, reaktivitas teras mencapai 0,862\$ dengan perioda 6,2883E-01. Untuk mengaktifkan sistem batang kendali jatuh dibutuhkan waktu tunda selama 0,30 detik. Dengan adanya waktu tunda maka waktu trip riilnya adalah detik ke 38,55, sehingga parameter reaktor sempat mencapai kondisi maksimum. Daya reaktor mencapai 7,107 MW, suhu bahan bakar, suhu kelongsong dan suhu pendingin, pada saat itu masing-masing adalah: 77,72°C, 76,07°C dan 55,91°C, nilai  $S_{\text{minimum}}$  sebesar 19,12, reaktivitas teras mencapai 0,779 dengan perioda sebesar -6,1519. Batang kendali jatuh sehingga memberikan reaktivitas negatif dan kemudian reaktor padam, dan secara otomatis daya reaktor turun.

Reaktivitas total merupakan gabungan dari reaktivitas akibat kenaikan suhu pendingin dan reaktivitas Doppler. Peningkatan insersi reaktivitas ini berpengaruh langsung pada kenaikan daya reaktor. Reaktivitas total pada awal kecelakaan sama besarnya dengan insersi reaktivitas dan baru ketika terjadi scram, reaktivitas ini mengalami penurunan.

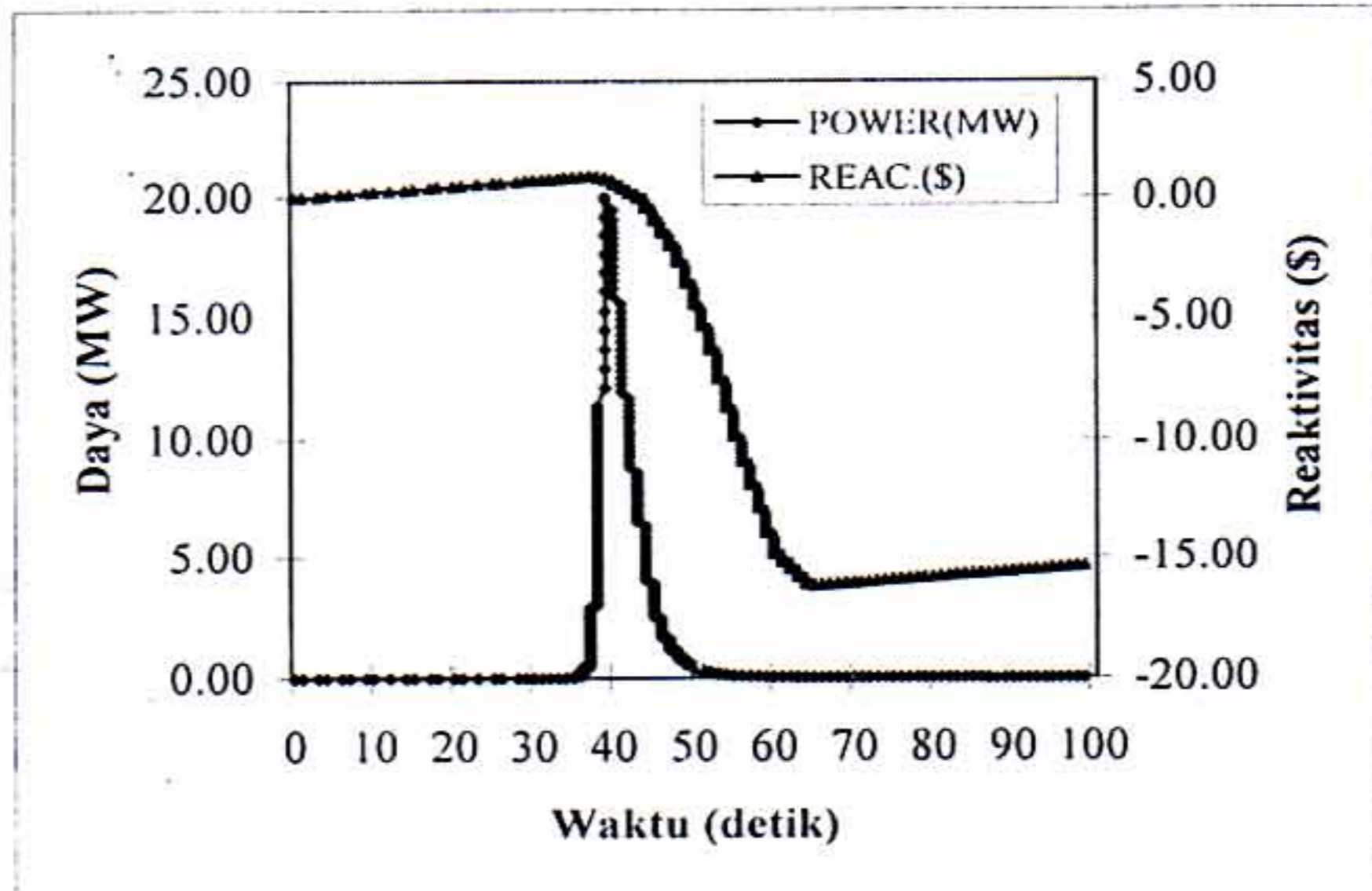
Insersi reaktivitas maksimum yang terjadi menyebabkan kenaikan daya reaktor yang berakibat tercapainya margin keselamatan minimum. Reaktivitas teras pada saat daya maksimum adalah 0,779\$, pada kecelakaan akibat RIA ini pompa pendingin primer tetap hidup.

Nilai  $S_{\text{minimum}}$  yang digunakan untuk batas keselamatan pada RSG-GAS adalah 1,48. Hasil analisis ini menunjukkan bahwa apabila terjadi kecelakaan RIA pada operasi daya rendah maka reaktor mampu memproteksi diri, yang ditunjukkan oleh terpenuhinya margin keselamatan terhadap  $S$  maupun suhu bahan bakarnya.

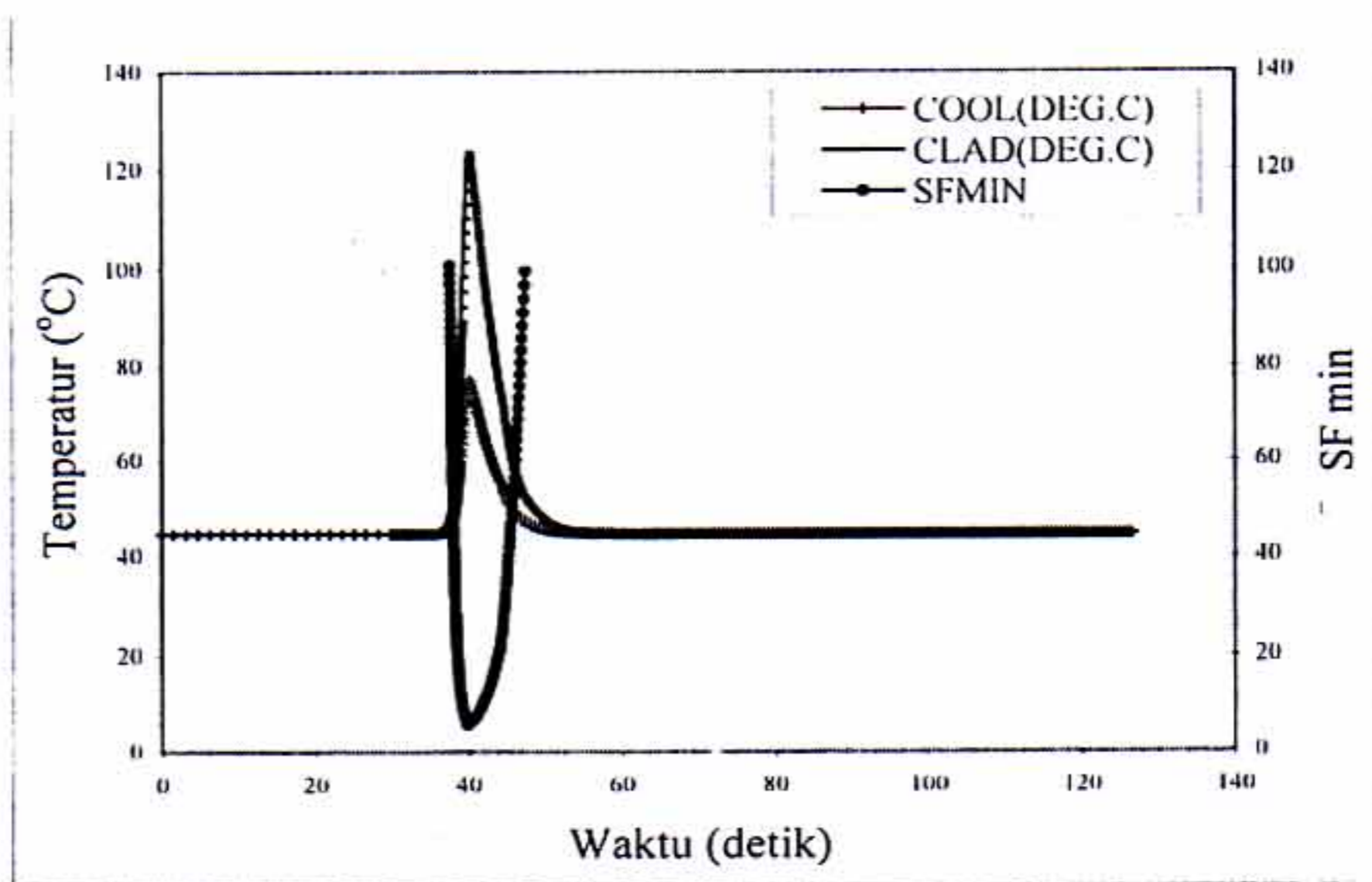
### **RIA pada daya tinggi (1 MW)**

Analisis transien pada daya tinggi dilakukan pada tingkat daya reaktor 1 MW. Sinyal *trip* pertama berasal dari *floating limit value* yang terlampaui. Sinyal *trip* kedua yang membuat reaktor terpancung berasal dari fluks neutron terlalu tinggi (*over power* 114%). Karena adanya waktu tunda antara sinyal *trip* sampai terjadinya pemancungan, reaktor akan mencapai daya maksimum sebesar 19,67 MW. Data masukan hasil perhitungan fisika teras yang digunakan dalam simulasi ini tidak berbeda dengan RIA pada daya rendah. Hasil perhitungan simulasi kecelakaan ditunjukkan oleh transien reaktivitas, daya reaktor, suhu pendingin dan bahan bakar serta margin keselamatan reaktor. Gambar 4 dan 5 menunjukkan hasil simulasi transien kecelakaan tersebut.

Batas proteksi akibat sinyal daya maksimum 17,1 MW tercapai pada detik ke 39,56. Suhu maksimum bahan bakar dan kelongsong dan pendingin masing-masing sebesar 115,77°C, 111,88°C dan 69,67°C. Sedangkan Reaktivitas teras sebesar 0,775\$ dengan perioda sebesar 1,7352. Kondisi terparah karena waktu tunda jatuh batang kendali menyebabkan tercapainya kondisi puncak dengan daya puncak 19,67 MW, suhu maksimum bahan bakar dan kelongsong dan pendingin masing-masing sebesar 128,24°C, 123,68°C dan 76,14°C. Sedangkan Reaktivitas teras sebesar 0,722\$ dengan perioda sebesar -2,7235 dan S min mencapai 5,81, kondisi ini terjadi pada detik ke 40. Margin keselamatan pada RIA yang terjadi pada daya 1MW menunjukkan batas keselamatan yang mencukupi.



Gambar 4. Transien daya dan reaktivitas pada daerah daya 1MW



Gambar 5. Transien suhu dan margin keselamatan pada daerah daya 1MW.

Tabel 2. Rangkuman Hasil Analisis Kecelakaan Inseri Reaktivitas

	Daerah <i>start-up</i>	Daerah daya
Tingkat daya awal, W	1	$1 \times 10^6$
Batang kendali ditarik	8	8
Waktu tunda scram, s	0,3	0,3
Daya maksimum, MW	7,1	19,67
Waktu daya puncak, s	38,55	40,00
Suhu maksimum pelat bahan bakar, °C	76,07	123,68
Suhu maksimum pendingin pada outlet kanal panas, °C	55,91	76,14
Marjin keselamatan minimum terhadap S	19,12	5,81

Analisis dinamika reaktor akibat inseri reaktivitas pada moda satu jalur, secara umum mempunyai pola transien yang sama dengan analisis serupa pada teras oksida dan teras silisida dengan moda normal [8]. Hal ini terutama terlihat pada inseri reaktivitas pada daya *start-up*, karena batas proteksi daya tetap sama yaitu 4,5 MW akan tetapi karena reaktivitas batang kendali sebagai fungsi ketinggian berbeda dengan teras oksida maka karakteristiknya menjadi berbeda. Karakteristika teras reaktor akibat inseri reaktivitas pada rentang daya tinggi, untuk moda satu jalur dibatasi oleh daya terproteksi 17,1 MW. Faktor-faktor yang berpengaruh pada karakteristik selain karena parameter kinetika dan neutronik yang berubah, juga disebabkan karena batas daya yang diberikan.

Secara umum karakteristik transien parameter termohidrolika dan reaktivitas teras RSG-GAS pada moda satu jalur ini menunjukkan marjin keselamatan terhadap instabilitas aliran, reaktivitas dan suhu bahan bakar maupun pendingin yang mencukupi, seperti ditunjukkan dalam Tabel 2. Sehingga dari aspek teknis analisis data dukung untuk pengoperasian RSG-GAS dengan moda satu jalur ini telah

mencukupi. Akan tetapi perlu dicermati dokumen Tec.Doc IAEA No. 643 [9] dan Safety Series SS 35 G-1 dan SS 35 G-2 [10], yang mengatur tentang pembuatan Laporan Analisis Keselamatan akibat perubahan sistem dan perlunya perubahan RPS yang cukup kompleks. Sehingga rencana pengoperasian tersebut perlu dicermati dengan hati-hati.

## **KESIMPULAN DAN SARAN**

Hasil analisis menunjukkan bahwa, baik pada kondisi tunak dan transient LOFA maupun RIA, margin keselamatan RSG-GAS tidak terlampaui, apabila dioperasikan dengan moda satu jalur pada daya 17,1 MW. Mengingat bahwa perubahan moda ini akan mengubah *setting RPS*, yang berarti memerlukan analisis keselamatan yang cukup kompleks, maka rencana ini perlu dipertimbangkan secara seksama.

### **Ucapan terima kasih**

Terima kasih disampaikan kepada Dr Hudi Hastowo yang telah mendorong dalam penelitian ini, kepada rekan Pudjianto MS, rekan Tukiran, Tagor MS dan Asnul Sufmawan, Supervisor dan Operator RSG-GAS yang telah membantu selesainya analisis moda satu jalur.

### **DAFTAR PUSTAKA:**

1. HASTUTI, E.P., KUNTORO, I., ISNAINI, M.D., Penentuan Daya Maksimum RSG-GAS Pada Moda Operasi Daya Dengan Satu Jalur Sistem Pendingin. Prosiding Seminar Sains dan Teknologi Nuklir Peran Sains dan Teknologi Nuklir Dalam Pemberdayaan Potensi Nasional, Bandung, 11-12 Juli 2000.