

## SIMULASI TRANSIEN TERPROTEKSI PADA PENDINGIN PRIMER RSG-GAS

Sukmanto Dibyo

### ABSTRAK

#### SIMULASI TRANSIEN TERPROTEKSI PADA PENDINGIN PRIMER RSG-GAS

: Sistem pendinginan merupakan komponen penting pada instalasi RSG-GAS. Dalam rangka mendapatkan gambaran kondisi transien, telah dilakukan simulasi dengan paket program komputer RELAP5. Parameter simulasi yang dikehendaki berupa suhu transien pendingin primer masuk dan keluar reaktor setelah terjadi penurunan laju alir sebagai fungsi waktu. Data operasi reaktor pada daya tunak 25 MW dan laju aliran sebesar  $3100\text{m}^3/\text{jam}$  digunakan sebagai data input. Selama proses transien berlangsung, diperoleh beberapa data karakteristik tentang pola perubahan suhu pendingin primer. Hasil simulasi mengungkapkan bahwa untuk mencapai suhu  $42^\circ\text{C}$  (reaktor pancung oleh sistem proteksi suhu) dari suhu awal  $38^\circ\text{C}$  maka memerlukan waktu 11detik.

### ABSTRACT

#### TRANSIENT SIMULATION PROTECTED FOR PRIMARY COOLANT OF RSG-GAS:

Cooling system is important component for the installation of RSG-GAS. To obtain the transient condition illustration, the simulation using RELAP5 code was carried out. The simulation variables are including of inlet and outlet of primary coolant transient temperatures after loss of flow occurred. Operation data of 25 MW steady state reactor power and flow rate of  $3100\text{m}^3/\text{hr}$  are given as an input data. During the transient, characteristic data for changes of primary coolant temperature were known. By assumption that temperature protection system causes the scram reactor. The result shows that to reach temperature of  $42^\circ\text{C}$  from  $38^\circ\text{C}$  required times are about 11 seconds.

### PENDAHULUAN

#### Latar Belakang

Sistem pendinginan merupakan komponen penting dalam instalasi RSG-GAS, di mana dengan adanya pendinginan tersebut energi kalor dipindahkan dari teras reaktor ke sistem pembuangan kalor dan energi kalor yang dibangkitkan ini dilepaskan ke lingkungan melalui menara pendingin. Kondisi transien dapat terjadi apabila salah satu komponen sistem mengalami kegagalan sehingga mengakibatkan terjadinya ketidak-seimbangan pembangkitan energi kalor dengan pembuangannya. Untuk itu, upaya

memiliki data transien termohidrolika sistem dapat dilakukan simulasi. Suatu langkah yang penting dalam melakukan simulasi adalah penggunaan data masukan yang representatif. Paket program komputer merupakan perangkat yang dapat membantu kegiatan simulasi. Sebelum memanfaatkan paket ini perlu dibuat model simulasi yang akan digunakan.

Simulasi transien pada reaktor dapat dilakukan dengan menggunakan berbagai paket program komputer seperti paket yang telah dimiliki Batan yakni EUREKA, RELAP5, PARET dsb. Simulasi pada jaringan sistem pendingin reaktor dapat dikerjakan

dengan bantuan RELAP5. Diharapkan bahwa dari simulasi ini dapat diperoleh suatu data penting karakteristik sistem pendingin reaktor RSG-GAS yang bermanfaat sebagai kajian termohidrolika sistem lebih lanjut. Salah satu data karakteristik yang cukup penting adalah perubahan transien suhu pendingin primer yang masuk teras reaktor di saat terjadi penurunan laju alir (PLA). Suhu pendingin ini sangat berpengaruh pada parameter yang lain disaat reaktor beroperasi. Meskipun secara langsung simulasi yang dikerjakan ini tidak mengungkapkan hasil analisis keselamatan teras reaktor, namun berbagai watak yang mungkin terjadi pada sistem pendingin RSG-GAS dapat diketahui. Sehingga memberikan kontribusi untuk analisis yang terkait dengan keselamatan reaktor. Dalam kasus simulasi transien oleh PLA untuk RSG-GAS ini dianggap bahwa sistem keselamatan akan memproteksi reaktor pada saat suhu pendingin menuju reaktor  $42^{\circ}\text{C}$ . Sebagai uraian tambahan bahwa simulasi transien dapat juga dilakukan pada pendingin sekunder dengan menggunakan asumsi reaktor terproteksi maupun tidak diproteksi.

### Tujuan

Melakukan simulasi yang terproteksi pada kondisi transien terhadap suhu sistem pendingin primer reaktor RSG-GAS ketika terjadi

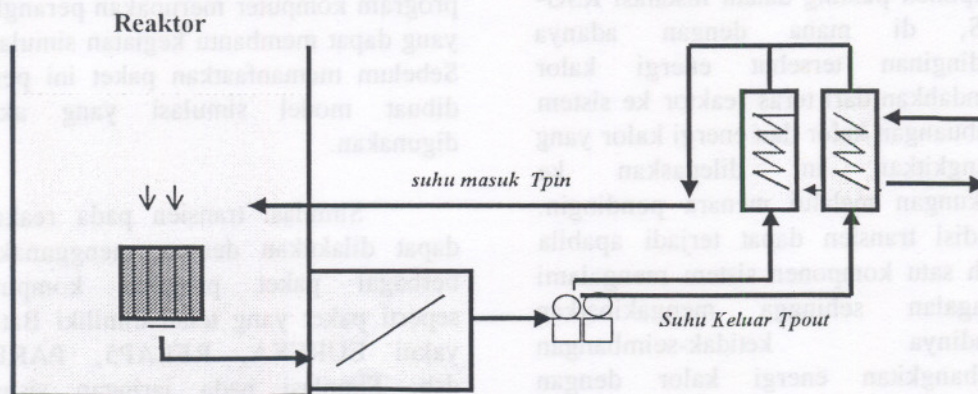
penurunan laju aliran pada daya tunak reaktor 25 MW.

### TEORI

Paket RELAP5 adalah suatu paket program yang dikembangkan oleh Idaho National Engineering Laboratory melalui dukungan NRC Amerika Serikat. Paket ini telah secara luas dipakai untuk reaktor berpendingin air ringan dalam menganalisis perhitungan transien satu dimensi pada suatu sistem termal dan hidrolika secara kompleks.

Paket program ini dikembangkan dari model nodalisasi dan penghubung (*junction*) aneka daerah (*multi-region*), bagian utama mencakup hidrodinamika dan bagian gugus kalor (*heat structure*). Gugus kalor dihubungkan dengan wadah hidrodinamika, di mana energi kalor dipindahkan dari atau ke gugus kalor dari energi internal yang terkandung pada wadah ke gugus lain.

Prinsip penyelesaian dari RELAP5 yakni menggunakan dua fasa fluida, 5 persamaan model hidrodinamika untuk 2 fasa aliran. Lima persamaan konservasi massa untuk setiap fasa, persamaan konservasi momentum untuk tiap fasa dan persamaan konservasi energi keseluruhan (*overall*).



Gambar 1. Diagram Sederhana Sistem Pendingin Primer RSG-GAS

Persamaan energi ini Persamaan energi ini menggunakan asumsi bahwa dalam setiap fasa sifat fluida dihitung pada keadaan saturasi. Perhitungan hidrodinamika pada RELAP5 menggunakan formulasi pada kondisi 2 fasa yang didasarkan pada model bukan homogen (*non-homogenous*).

## METODA SIMULASI

Untuk melakukan simulasi transien ini maka perlu dibuat model nodalisasi seluruh komponen pada jaringan sistem pendingin reaktor yang mencakup kolam dan teras reaktor, pemipaan, kamar tunda, katup, pompa, penukar kalor dsb. Reaktor RSG-GAS berbentuk kolam terbuka yang memuat teras yang terdiri dari elemen bakar, pemantul (*reflector*) dan batang kendali. Sistem pendingin primer beroperasi 2 buah pompa dan dilengkapi dengan katup, penukar kalor dan alat instrumentasinya. Data geometri setiap komponen tersebut harus dimasukkan untuk simulasi.<sup>[1,2,3]</sup>

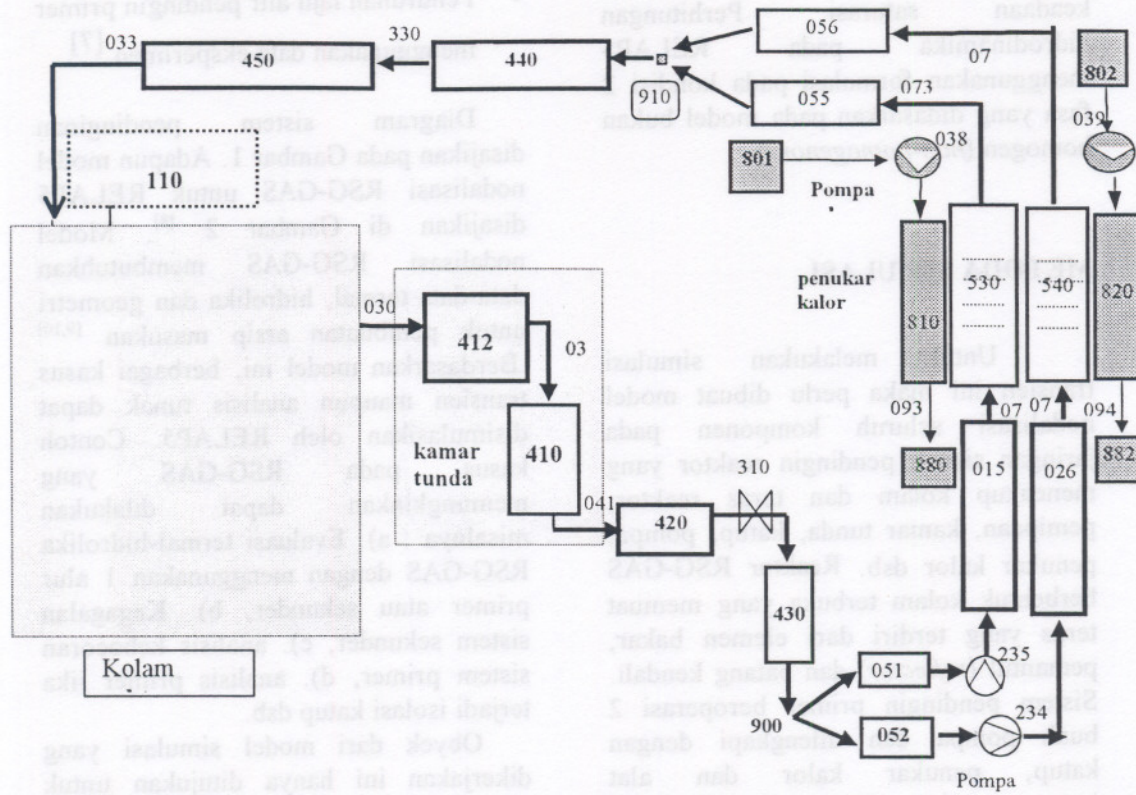
Perlu disampaikan di sini bahwa untuk melakukan simulasi sistem reaktor RSG-GAS, digunakan anggapan dan ketentuan sbb:

- Pelepasan kalor disepanjang pemipaan diabaikan karena relatif kecil (0,023MW)<sup>[4]</sup>, sehingga dinding pipa tidak dimodelkan sebagai kerangka kalor.
- Proses kalor sensibel hanya terjadi pada komponen kerangka kalor "teras reaktor" dan "alat penukar kalor" saja, di mana distribusi suhu pada teras reaktor<sup>[5]</sup> dan pada penukar kalor<sup>[6]</sup> di atas harus dimasukkan pada kondisi tunak 25 MW.

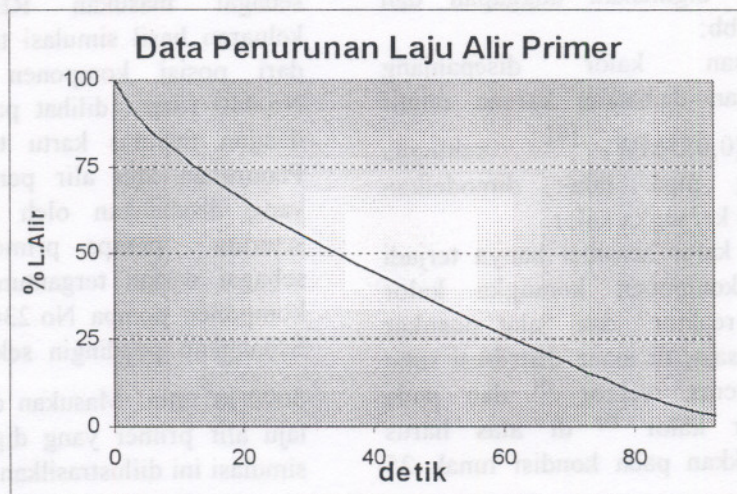
- Sistem proteksi suhu (42°C) menyebabkan reaktor pancung<sup>[1]</sup>
- Penurunan laju alir pendingin primer menggunakan data eksperimen.<sup>[7]</sup>

Diagram sistem pendinginan disajikan pada Gambar 1. Adapun model nodalisasi RSG-GAS untuk RELAP5 disajikan di Gambar 2<sup>[8]</sup>. Model nodalisasi RSG-GAS membutuhkan data-data termal, hidrolika dan geometri untuk pembuatan arsip masukan<sup>[9,10]</sup>. Berdasarkan model ini, berbagai kasus transien maupun analisis tunak dapat disimulasikan oleh RELAP5. Contoh kasus pada RSG-GAS yang memungkinkan dapat dilakukan misalnya : a). Evaluasi termal-hidrolika RSG-GAS dengan menggunakan 1 alur primer atau sekunder, b). Kegagalan sistem sekunder, c). analisis kebocoran sistem primer, d). analisis primer jika terjadi isolasi katup dsb.

Obyek dari model simulasi yang dikerjakan ini hanya ditujukan untuk mengetahui suhu transien masuk dan keluar reaktor saja. Model jaringan pendingin RSG-GAS disusun menjadi kelompok komponen wadah, sambungan, katup dsb. Model ini mengacu pada kaidah yang berlaku sebagai masukan RELAP5. suhu keluaran hasil simulasi tersebut dikutip dari posisi komponen No.420 dan No.440 (dapat dilihat pada gambar 2) dengan fasilitas kartu tampilan kecil. Penurunan laju alir pendingin primer yang disebabkan oleh putusnya satu seterum pompa primer dimodelkan sebagai wadah tergantung waktu pada komponen pompa No.234 dan No.235. Sedangkan pendingin sekunder konstan 3600 m<sup>3</sup>/jam. Masukan data penurunan laju alir primer yang digunakan dalam simulasi ini diilustrasikan di gambar 3.



**Gambar 2. Model Nodalisasi Jaringan Sistem Pendingin Primer RSG-GAS Untuk RELAP5**



**Gambar 3 Masukan Penurunan Laju Alir Primer**

Masukan Data Operasi Kondisi Tunak :  
[9]

- Daya reaktor : 25 MW
- Laju alir pendingin primer : 3100 m<sup>3</sup>/jam
- Suhu keluar reaktor : 46,5<sup>0</sup>C
- Suhu masuk reaktor : 38,0<sup>0</sup>C
- Laju alir pendingin sekunder : 3600 m<sup>3</sup>/jam
- Suhu keluar penukar kalor : 42,0<sup>0</sup>C
- Suhu masuk penukar kalor : 36,0<sup>0</sup>C

### HASIL SIMULASI DAN PEMBAHASAN

Pada tahap awal, yakni sebelum transien berlangsung kondisi tunak perlu ditentukan sampai diperoleh kondisi yang valid pada daya 25 MW. Dalam pelaksanaan simulasi ini hasil keluaran yang diinginkan adalah variabel suhu pendingin masuk dan keluar reaktor. Penetapan kondisi tunak ini sangat penting mengingat kondisi tunak simulasi yang realistis dengan data operasi harus diperoleh, setelah itu langkah simulasi transien dapat dilakukan. Gambar 4 menyajikan grafik suhu pendingin primer masuk dan keluar reaktor sebagai fungsi waktu.

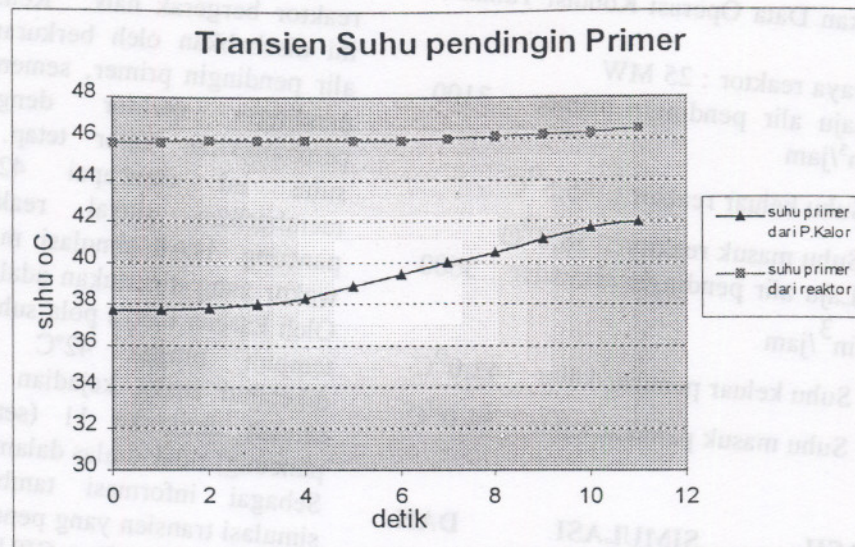
Pada kondisi laju alir pendingin primer 85% dari total 3100 m<sup>3</sup>/jam reaktor diskenariokan tidak pancung karena sinyal sistem proteksinya tidak bekerja, sementara itu laju alir pendingin sekunder pada kondisi tetap 3600 m<sup>3</sup>/jam. Pada gambar terlihat bahwa

suhu pendingin masuk dan keluar reaktor bergerak naik. Kenaikan suhu ini disebabkan oleh berkurangnya laju alir pendingin primer, sementara beban pendingin reaktor dengan daya pembangkitan kalor tetap. Kenaikan suhu ini mencapai 42<sup>0</sup>C, yang memberikan sinyal reaktor untuk pancung. Hasil simulasi menunjukkan, waktu yang diperlukan adalah 11 detik. Oleh karena hanya pola suhu dan waktu tempuh hingga 42<sup>0</sup>C yang ingin diketahui maka kejadian yang timbul setelah detik ke 11 (setelah reaktor pancung) tidak diulas dalam simulasi ini. Sebagai informasi tambahan bahwa simulasi transien yang pendek ini, hanya memerlukan waktu CPU AXP-stasiun kerja 20,14 detik.

Pada pembahasan ini, perlu ditekankan sekali lagi bahwa :

- Penggunaan data masukan dalam penentuan kondisi tunak sangat berperan penting, hal ini karena dapat berpengaruh pada hasil keluaran kondisi transien.
- Suhu pendingin masuk ke reaktor cukup tinggi (38<sup>0</sup>C) sehingga waktu tempuh untuk mencapai suhu 42<sup>0</sup>C menjadi pendek.

Kondisi transien RSG-GAS selama 11 detik pada daya nominal reaktor 25 MW. Menunjukkan kenaikan sedikit perubahan suhu pendingin primer yang keluar dari reaktor. Hal ini bisa disebabkan oleh pengaruh suhu kolam reaktor. Kutipan keluaran hasil pelaksanaan simulasi disajikan pada halaman Lampiran



**Gambar 4 Transien Suhu Pendingin Primer**

#### KESIMPULAN

1. Penetapan kondisi tunak merupakan langkah yang sangat penting mengingat bahwa langkah simulasi transien dapat dilakukan, apabila kondisi tunak simulasi yang berlaku (*valid*) dan realistis dengan data operasi dapat diperoleh.
2. Hasil simulasi dapat mengilustrasikan pola perubahan suhu pendingin primer. Pada kondisi transien, terlihat grafik transien yang diperoleh menunjukkan bahwa suhu pendingin masuk ke reaktor untuk

mencapai suhu  $42^{\circ}\text{C}$  (reaktor pancung oleh proteksi suhu) dari suhu awal  $38^{\circ}\text{C}$ , memerlukan waktu 11 detik.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih diucapkan kepada TA Budiono dan Muhammad Dhandhang P. atas petunjuk penggunaan Jaringan Alur Kerja32-VT320 (*Pathwork32-VT320*).

#### DAFTAR PUSTAKA

1. BATAN, *Safety Analysis Report*, Multi Purpose Research Reactor GA Siwabessy, Rev.7, September, 1989.
2. HUDI H, Data File hudiexp\$DKA\$100.
3. AMIN Z, Data File aminexp\$DKA\$200.
4. SUKMANTO D, *Kajian Kalor yang Hilang pada Sistem Pendingin Primer RSG-GAS*, Buletin Tekn.Reaktor Nuklir TDM, V7,N2, Juni 1998.
5. SUKMANTO D *Simulasi LOFA Pendingin Primer RSG-GAS Daya 25MW Dengan Paket EUREKA-2*, Presentasi Ilmiah Penelitian Dasar Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Nuklir, Mei 1998
6. SUKMANTO D, *Evaluasi Termal Sistem Pendingin Primer/Sekunder RSG-GAS*, Prosiding Seminar IV Tekn. & Keselamatan PLTN 1996.

7. SUDARMONO dkk, *Karakteristik Suhu B.Bakar RSG-GAS saat terjadi kegagalan listrik PLN*, Prosiding Seminar Teknologi Kes. PLTN Serta Fas.Nuklir, 1993.
8. HUDI H, *Simulasi transien pendingin sekunder RSG-GAS dengan paket RELAP5*, Prosiding Presentasi Ilmiah Penelitian Dasar Ilmu Pengetahuan & Teknologi Nuklir, Halm.102, April 1994.
9. SUKMANTO D. dkk, *Pembuatan Program Komputer Untuk Perhitungan Suhu Pendingin dan Suhu B.Bakar RSG-GAS*, Lokakarya Komputasi Sain & Tekn.Nuklir VII, 1997.
10. WAGNER RJ.et.al, *RELAP5 Code Manual, User Guide and Input Requirements*, EG&G Idaho Inc Idaho Fall Idaho, March 1982.

## DISKUSI

Pertanyaan (Uju Jujuratis bella) :

1. Input untuk Relap5 salah satu dari hasil eksperimen Pak Sudarmono, tapi tidak diacu dalam makalah Daftar Pustaka Tolong dilengkapi.
2. Batasan 11 detik terutama dibatasi oleh suhu pendingin ke teras. Bagaimana dengan peran penukar panas (PP)?
3. Perbandingan hasil dengan perhitungan perangkat lunak lain yang sudah dilakukan ?

Jawaban (Sukmanto Dibyo) :

1. Terima kasih
2. Yang benar : Suhu Masuk Reaktor (SMR) dibatasi oleh sistem proteksi 42°C di mana untuk mencapai suhu tersebut perlu waktu 11 detik. Naiknya SMR disebabkan oleh daya tetap aliran pendingin turun dan delta entalpi naik, sementara itu pada PP, beda suhu rerata primer sekunder (*log mean temperature differences*) tetap dan suhu keluar PP sekunder naik.
3. Sudah saya sampaikan tadi bahwa EUREKA-2 atau PARET hanya digunakan untuk analisis teras saja, sedang yang saya simulasikan di sini adalah sistem jaringan pendingin RSG-GAS.

Pertanyaan (Moh. Dhandang P.) :

1. Bagaimana skenario Transiennya ?

Jawaban (Sukmanto Dibyo) :

1. Diskenariokan bahwa sistem proteksi penurunan aliran 85% tidak berfungsi, pancung terjadi pada suhu 42°C.

Pertanyaan (Tukiran) :

1. Apakah ada input Relap5 mengatualisasikan *trip* 0,5 detik seperti EUREKA-2?
2. Kenapa disimulasi daya 25 MW?

Jawaban (Sukmanto Dibyo):

1. Saya belum tahu bagaimana mengatur terlambat pancung (*delay trip*) 0,5 detik.pada RELAP5.
2. Karena kondisi realistik adalah 25 MW.

## LAMPIRAN

Define Warnings (if any) follow:

listing of input data for case 1

2 = Simulasi transien terproteksi oleh CT811=42C Penl.PRIMer (loft) RSG-GAS 25 MW

3

=====  
=====

```

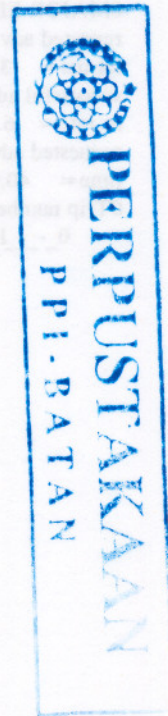
4 * edit temp. node no.440 April 1999
5 * pump. sekunder no.039 & 038 pump. primer no.234 & 235
6 100 new transnt
7 * 101 inp-chk
8 102 si; si
9 105 5.0 6.0
10 * 120 125010000 +2.5 water primair 110 air
12 * time step control cards
13 * end time min dt max dt flag minor major restart
14 * 201 10.00 1.0-14 1.00 3 2 5000 90000
15 201 20.00 1.0-14 0.10 3 5 5000 90000
16 202 50.0 1.0-14 0.20 3 5 100 90000
17 203 90.0 1.0-14 1.00 3 5 40 90000
18 *204 100.00 1.0-14 2.00 3 10 250 90000
19 *205 650.00 1.0-14 2.5 3 8 200 90000
27 * minor edit requested
38 312 tempf 430010000 * temp. out
39 313 tempf 440010000 * temp in
43 316 mflowj 440010000
44 318 p 414010000
45 319 rktpow 0
50 * trip
51 * 501 entrvar 11 lt null 0 731.0 1
52 501 tempf 440010000 gt null 0 315.16 1
53 * 501 mflowj 440010000 lt null 0 731.0 1
177 *-----
178 * Komponen no. 095
179 *plenum Bawah, ID = 0.45 m., 0.55 m length
180 0950000 lwrpln branch
181 0950001 4 1
182 0950101 1.5625 1.0 0 0 -90.0 -1.0 0 0.625 10
183 0950200 3 1.758+5 319.19 * keluar teras
184 * from to area floss rloss flag
185 0951101 210010000 095000000 0 0.0 0.0 1000
186 0952101 290010000 095000000 0 0.0 0.0 1000
187 0953101 270010000 095000000 0 0.0 0.0 1000
188 0954101 095010000 410000000 0 0.0 0.0 1000
189 * flowf flowg velj
190 0951201 240.0 0 0
191 0952201 0.646 0 0
192 0953201 619.354 0 0
193 0954201 860.0 0 0
194 *-----
412 * Komponen no. 235
413 * time dependlent junction to represent primary cooling pump
414 2350000 pumps1 tmdpjun
415 2350101 051010000 015000000 0
416 2350200 1

```



417 2350201 0.0 430.0 0.0 0 \* primer transien  
 418 2350202 3.0 430.0 0.0 0 \* TRANSIEN  
 419 2350203 20.0 365.5 0.0 0 \* 85%  
 420 2350204 40.0 258.5 0.0 0 \* 60%  
 421 2350205 90.0 158.5 0.0 0 \* %  
 529 \* -----  
 530 \* Komponen no. 234 time dependent junction to represent primary cooling pump  
 532 2340000 pumps1 tmdpjun  
 533 2340101 052010000 026000000 0  
 534 2340200 1  
 535 2340201 0.0 430.0 0.0 0 \* primer transien  
 536 2340202 3.0 430.0 0.0 0 \* TRANSIEN  
 537 2340203 20.0 365.5 0.0 0 \* 85%  
 538 2340204 40.0 258.5 0.0 0 \* 60%  
 539 2340205 90.0 158.5 0.0 0 \* ..%  
 617 \* Komponen No. 440 pipa dari cabang ke v-chamber ND : 0.6 m  
 619 4400000 piptvlc2 pipe  
 620 4400001 2  
 621 4400101 0.283 2 \* area  
 622 4400301 12.15 2 \* length  
 623 4400601 0.0 2 \* pipe friction  
 625 4400801 0 0.3 2  
 627 4401001 0 2 \* vol.  
 628 4401101 0 1 \* jun.  
 631 4401201 3 1.756+5 311.82 0. 0. 0. 1  
 632 4401202 3 1.520+5 311.82 0. 0. 0. 2  
 633 4401300 1  
 634 4401301 860.0 0. 0. 1  
 834 \* No. Komponen 038  
 835 \* Time dependent junction mensimulasikan cooling pump sek line 1  
 836 0380000 secpumpI tmdpjun  
 837 0380101 800000000 810000000 0  
 838 0380200 1  
 839 0380201 0. 485.0 0. 0.  
 840 0380202 1000. 485.0 0. 0. \* sekunder tunak  
 841 \* 0380203 15. 24.25 0. 0.  
 843 \* No. Komponen 039  
 844 \* Time dependent junction mensimulasikan cooling pump sek line 2  
 845 0390000 secpmpII tmdpjun  
 846 0390101 850000000 820000000 0  
 847 0390200 1  
 848 0390201 0. 485.0 0. 0. \* sekunder tunak  
 849 0390202 1000. 485.0 0. 0.  
 850 \* 0390203 15. 24.25 0. 0.

1 time	tempf	tempf	mflowj	p	rktpow
(sec)	43001000	44001000	44001000	41401000	
	(k)	(k)	(kg/sec)	(pa)	(watts)
0.000E+00	319.08	310.62	860.00	1.50800E+05	2.50000E+07
0.500000	319.08	310.61	863.71	1.73422E+05	2.50605E+07
1.000000	319.09	310.62	863.52	1.73653E+05	2.50287E+07
1.500000	319.09	310.66	863.24	1.73620E+05	2.50646E+07
2.000000	319.10	310.74	863.01	1.73463E+05	2.50572E+07
2.500000	319.10	310.87	862.81	1.73626E+05	2.50330E+07
3.000000	319.10	311.03	862.62	1.73616E+05	2.49466E+07
3.500000	319.11	311.23	858.65	1.73913E+05	2.50211E+07
4.000000	319.11	311.46	854.69	1.74057E+05	2.50145E+07
4.500000	319.11	311.72	850.75	1.74210E+05	2.49988E+07
5.000000	319.12	311.99	846.82	1.74366E+05	2.50217E+07
5.500000	319.12	312.27	842.89	1.74521E+05	2.49755E+07
6.000000	319.13	312.55	838.97	1.74669E+05	2.50016E+07
6.500000	319.13	312.84	835.06	1.74826E+05	2.50089E+07
7.000000	319.14	313.13	831.15	1.74982E+05	2.49764E+07



7.50000	319.14	313.41	827.25	1.75135E+05	2.49680E+07
8.00000	319.14	313.68	823.36	1.75286E+05	2.49598E+07
8.50000	319.15	313.95	819.47	1.75389E+05	2.48850E+07
9.00000	319.15	314.20	815.58	1.75605E+05	2.49122E+07
9.50000	319.16	314.44	811.70	1.75740E+05	2.49268E+07
10.0000	319.16	314.67	807.83	1.75890E+05	2.49183E+07
10.5000	319.16	314.89	803.96	1.76041E+05	2.49088E+07
11.0000	319.17	315.10	800.09	1.76189E+05	2.49210E+07
11.5000	319.17	315.29	796.23	1.76320E+05	2.49667E+07
12.0000	319.18	315.47	792.38	1.76480E+05	2.48788E+07

1RELAP5/MOD3/V5m5 reactor loss of coolant analysis program

```

=====
=====
26-APR-99 13:50:22
0MAJOR EDIT !!!time= 40.0000 sec
repeated adv: tot.= 28 edit= 0 max.dt= 2.500000E-02 sec crnt.dt= 2.489260E-02 sec
tot.ms= 311821. kg
successful adv: tot.= 1638 edit= 800 avg.dt= 2.500000E-02 sec err.est= 7.344306E-09
m.rato= 6.199911E-06
requested adv: tot.= 300 edit= 100 req.dt= 0.200000 sec cpu= 20.1400 sec
time= 40.0000 sec
OTrip number, trip time (sec)
0 _ _ _ INFO:transient terminated by end of time step cards.[End of file]

```

B.L.I. D.V.A.V.I  
 K.H.U.S.T.A.K.V.A

time (sec)	temp (C)	press (bar)	flow (kg/s)	power (MW)	rod worth
0.00000	319.14	313.41	827.25	1.75135E+05	2.49680E+07
0.50000	319.14	313.68	823.36	1.75286E+05	2.49598E+07
1.00000	319.15	313.95	819.47	1.75389E+05	2.48850E+07
1.50000	319.15	314.20	815.58	1.75605E+05	2.49122E+07
2.00000	319.16	314.44	811.70	1.75740E+05	2.49268E+07
2.50000	319.16	314.67	807.83	1.75890E+05	2.49183E+07
3.00000	319.16	314.89	803.96	1.76041E+05	2.49088E+07
3.50000	319.17	315.10	800.09	1.76189E+05	2.49210E+07
4.00000	319.17	315.29	796.23	1.76320E+05	2.49667E+07
4.50000	319.18	315.47	792.38	1.76480E+05	2.48788E+07