

KAJIAN TERMIS OPERASI SATU JALUR PENDINGIN SEKUNDER DI RSG-GAS

Robertus Indrawanto, Sinisius Suwanto

ABSTRAK

Selama program perawatan di RSG-GAS, untuk pemasangan pipa baru pendingin sekunder, reaktor harus tetap dioperasikan untuk irradiasi produksi isotop. Konsekwensi operasi satu jalur pendingin sekunder temperatur pendingin primer masuk kedalam teras reaktor dicatat CT811,812,813 akan naik secara perlahan-lahan. Analisa termis menunjukkan operasi daya 10 Mw selama satu hari akan menaikkan temperatur masuk ke teras reaktor menjadi 39°C dan masih dibawah batas trip RPS 42°C dan reaktor dapat dioperasikan dengan aman.

Kata Kunci: sistem pendingin

ABSTRACT

During maintenance program in RSG-GAS for installation new piping secondary cooling system, the reactor should be operated for irradiation isotope production. The consequence of operation one line secondary cooling system temperature primary cooling system enter to the core recorded by CT811,812,813 will be increased slowly. Thermal analysis shown operation 10 Mw for one day, increased temperature enter to the core to 39°C and still below trip RPS limit is 42°C and the reactor can be operated safely.

Key word: cooling system

PENDAHULUAN

Tidak terasa RSG GAS telah beroperasi dengan selamat selama 21 tahun, kata selamat ini mengandung arti bahwa manajemen operasi reaktor bersama-sama dengan bidang perawatan, bidang keselamatan telah dapat bekerjasama dengan baik .

Keselamatan reaktor penelitian bergantung pada desain reaktor tersebut dan untuk reaktor RSG-GAS desain selalu mengacu pada IAEA Safety series mengenai desain reaktor penelitian .

Salah satu komponen yang mendukung RSG-GAS dapat beroperasi dengan selamat ialah komponen-komponen reaktor tersebut. Mengenai komponen-komponen reaktor dibagi dalam AS₁, AS₂, AS₃, untuk komponen AS₃ sesuai dengan standart industri tanpa ada fungsi keselamatan sedangkan untuk komponen-komponen AS₁, AS₂ menerapkan persyaratan-persyaratan yang meningkat pada bahan, desain, fabrikasi dan pengujian untuk memenuhi persyaratan keselamatan, keandalan, ketersediaan dan pemeliharaan.

Selama 21 tahun RSG-GAS beroperasi sistim-sistim mekanik seperti pendingin primer, sistim pemurnian air, sistim ventilasi masih dapat beroperasi dengan baik tanpa adanya korosi .

Pihak manajemen reaktor telah mengganti beberapa komponen untuk ventilasi itu saja karena umur, dan juga satu pompa sekunder telah diganti. Sistim

pendingin RSG-GAS yang termasuk dalam komponen AS₃ adalah sistem pendingin sekunder.

Sistem pendingin sekunder beroperasi dengan air biasa (tanpa dimurnikan) tidak seperti pendingin primer selama 21 tahun, dan tentu saja ada beberapa bagian dari pipa-pipa pendingin sekunder yang harus diganti karena korosi.

Manajemen RSG-GAS mempunyai rencana untuk mengganti jalur pendingin sekunder tanpa mengganggu jadwal operasi RSG-GAS yang cukup padat untuk melayani produksi-produksi isotop-isotop PT. BANTEK dan juga dari beberapa instalasi lainnya.

Operasi 1 jalur pendingin sekunder terdiri dari 2 pompa primer, 2 pesawat penukar panas satu pompa sekunder dan 5 menara pendingin. Operasi tersebut harus dianalisa secara mendalam untuk menentukan daya reaktor yang sesuai sehingga kenaikan temperatur pendingin primer kembali ke teras (kolam reaktor) tidak boleh melebihi 42°C, karena jika batas temperatur tersebut dilampaui, sistem proteksi reaktor akan memadamkan reaktor tersebut secara otomatis sehingga proses iradiasi tidak berjalan.

TEORI

Dalam operasi 1 jalur pendingin sekunder reaktor dioperasikan pada daya tinggi dengan pendingin

primer dioperasikan seperti biasa dengan dua pompa primer dan dua pesawat penukar panas. Dalam operasi tersebut satu jalur pendingin sekunder tidak dioperasikan karena ada pekerjaan penggantian pipa sekunder.

Dengan kata lain satu jalur penukar panas tidak mendapat pendinginan dan kemampuan masing-masing penukar panas sebesar 16200 Kw.

Jika menurut rencana reaktor akan dioperasikan dengan daya 15 Mw maka setiap penukar panas akan mendapat beban panas sebesar 7,5 Mw dan tentu saja masih dibawah batas kemampuan penukar panas sebesar 16,2 Mw. Konsekwensi yang harus dikaji adalah pada saat pendingin primer kembali ke kolam reaktor akan terjadi penambahan panas karena satu jalur tidak mendapatkan pendinginan.

Untuk lebih jelasnya operasi satu jalur pendingin sekunder dapat dilihat pada Gambar (1) sistim pendingin utama reaktor pada dan juga Gambar (2) diagram alir aktivasi pendingin primer, waktu sisa, dan kecepatan pada. Pada Gambar 2 waktu tempuh pendingin primer dari mulai keluar dari teras kemudian kembali lagi ke teras memerlukan waktu ($W_{tpkk} = 104$ detik) dan setiap operasi daya 15 Mw untuk produksi isotop memerlukan waktu 11 hari $T_{ir} = 11 \times 24 \times 60 \times 60 = 950.400$ detik dalam waktu 11 hari dalam kolam reaktor terjadi penambahan panas sebesar

$$P_{tkk} = \frac{950.400}{104} \times 7,5 \text{ Mw} = 68538,46 \times 10^3 \text{ Kw}$$

Menurut data operasi daya 15 Mw, temperatur pendingin primer kembali ke kolam reaktor setelah diturunkan temperaturnya di dua pesawat penukar panas, CT811/12/13=36°C/36°C/36,5°C sedangkan temperatur pendingin primer keluar dari reaktor diukur di CT03 = 39,5°C karena satu jalur pendingin sekunder sedang diperbaiki jadi satu HE (penukar panas) tidak berfungsi sehingga pada saat kembali ke kolam reaktor terjadi pencampuran pendingin dengan suhu rata-rata

$$t_{kk r} = \frac{39,5 + 36,5}{2} = 38^0 \text{ C}$$

Pada kolam reaktor pada kondisi operasi pada permukaan kolam terpasang lapisan air hangat dengan ketebalan 1,5 m dengan temperatur 58°C.

Berdasarkan pengalaman operasi lapisan air hangat tersebut tidak mempengaruhi temperatur kolam di bawahnya. Dalam perhitungan ini lapisan air hangat tidak diperhitungkan karena memang tidak mempengaruhi temperatur pendingin di bawahnya. Tinggi permukaan air kolam reaktor tanpa lapisan air hangat

$$T_{ptph} = 12,25 - 1,5 = 10,75 \text{ m}$$

Diameter kolam reaktor = 5 m

Volume air kolam reaktor

$$V_{ak} = \pi(2,5)^2 \times 10,75 = 211,07 \text{ m}^3$$

Jika masa jenis air pada temperatur 36°C ($\rho=995,7 \text{ Kg/m}^3$)

$$\text{Berat air kolam reaktor } (B_{ak}) = 211,07 \times 995,3 = 210168,13 \text{ Kg}$$

Didalam kolam reaktor terdapat 3 unit penukar panas, panas peluruhan dengan berat 6 Kg (JNA).

Berat grid plate teras 115,074 Kg

Berat selubung teras 68,256 Kg

$$\text{Berat air kolam reaktor murni } B_{akm} = 210169,13 - 65 - 115,034 - 68,256 = 209979,8 \text{ Kg}$$

Jika operasi selama 11 hari dengan daya 15 Mw besarnya penambahan panas ke kolam dihitung dengan rumus:

$$P = M \times C_p \times \Delta t \dots\dots\dots (1) \text{ (Asas black)}$$

Dimana:

$$P = 68538,46 \times 10^3 \text{ Kwt} = P_{tkk}$$

$$M = B_{akm} = 209979,8 \text{ Kg}$$

$$M = B_{akm} = 209979,8 \text{ Kg}$$

$$\Delta t = (t_{mk} - 38)$$

$$C_p = 4,182 \text{ Kj/Kg}^0\text{K}$$

Dengan rumus tersebut diatas pada operasi terus menerus selama 11 hari dengan daya 15 Mw, temperatur pendingin masuk ke kolam reaktor $t_{mk} = 74,024^0\text{C}$ pada temperatur tersebut sistim RPS akan memadamkan reaktor sehingga proses iradiasi terganggu atau dapat dikatakan pada operasi satu jalur daya 15 Mw selama 11 hari tidak sesuai karena temperatur masuk kolam lebih besar dari 42°C. Yang merupakan batas trip temperatur RPS.

Jika dioperasikan pada daya 10 Mw selama 5,5 hari

$$T_{ir} = 5,5 \times 24 \times 60 \times 60 = 475.200 \text{ det}$$

Peambahan panas ke dalam kolam reaktor dengan satu penukar panas yang tidak berfungsi.

$$P_{tkk} = \frac{475200}{104} \times 5 \text{ Mw} = 22846153,8 \text{ Kw}$$

Menurut data operasi daya 10 Mw, temperatur pendingin primer kembali ke kolam reaktor setelah diturunkan temperaturnya di dua pesawat penukar panas, CT811/12/13 = 34°C/34°C/34°C sedangkan temperatur pendingin primer keluar dari reaktor diukur di CT03 = 36°C karena satu jalur pendingin sekunder sedang diperbaiki jadi satu HE(penukar panas) tidak berfungsi sehingga pada saat kembali ke kolam reaktor terjadi pencampuran pendingin dengan suhu rata-rata.

$$t_{kk r} = \frac{34 + 36}{2} = 35^0 \text{ C}$$

Jika operasi selama 5,5 hari dengan daya 10 Mw besarnya penambahan panas ke kolam dihitung dengan rumus

$$P = B_{akm} \times C_p \times (t_{mk} - 38)$$

$$P = 22846153,846 \text{ Kwt}$$

$$B_{akm} = 209979,8 \text{ Kg}$$

$$C_p = 4,182 \text{ Kj / Kg}^0\text{K}$$

Dimana $P = P_{tkk}$

$$t_{mk} = 61^0\text{C}$$

Dengan rumus tersebut diatas pada operasi terus menerus selama 5,5 hari dengan daya 10 Mw, temperatur pendingin masuk ke kolam reaktor $t_{mk} = 61^{\circ}\text{C}$ pada temperatur tersebut sistim RPS akan memadamkan reaktor sehingga proses iradiasi terganggu atau dapat dikatakan pada operasi satu jalur daya 10 Mw selama 5,5 hari tidak sesuai karena temperatur masuk kolam lebih besar dari 42°C . Yang merupakan batas trip temperatur RPS.

Jika operasi selama 2 hari dengan daya 10 Mw besarnya penambahan panas ke kolam dihitung dengan rumus

$$T_{ir} = 2 \times 24 \times 60 \times 60 \\ = 172.800 \text{ det}$$

$$P_{tkk} = \frac{172800}{104} \times 5 \text{ Mw} = 8307692,30 \text{ Kw}$$

$$P = B_{akm} \times C_p \times (t_{mk} - 38)$$

$$P = 8307692,30 \text{ Kwt}$$

$$B_{akm} = 209979,8 \text{ Kg}$$

$$C_p = 4,182 \text{ Kj/Kg}^{\circ}\text{K}$$

$$\text{Dimana } P = P_{tkk}$$

$$T_{mk} = 44,4^{\circ}\text{C}$$

Dengan rumus tersebut diatas pada operasi terus menerus selama 2 hari dengan daya 10 Mw, temperatur pendingin masuk ke kolam reaktor $t_{mk} = 44,4^{\circ}\text{C}$ pada temperatur tersebut sistem RPS akan memadamkan reaktor sehingga proses iradiasi terganggu atau dapat dikatakan pada operasi satu jalur daya 10Mw selama 2 hari tidak sesuai karena temperatur masuk kolam lebih besar dari 42°C . Yang merupakan batas trip temperatur RPS.

Jika operasi selama 1 hari dengan daya 10 Mw besarnya penambahan panas ke kolam dihitung dengan rumus

$$T_{ir} = 1 \times 24 \times 60 \times 60 = 86400 \text{ det}$$

$$P_{tkk} = \frac{86400}{104} \times 5 \text{ Mw} = 4153846,15 \text{ Kw}$$

$$P = B_{akm} \times C_p \times (t_{mk} - 38)$$

$$P = 4153846,15 \text{ Kwt}$$

$$B_{akm} = 209979,8 \text{ Kg}$$

$$C_p = 4,182 \text{ Kj/Kg}^{\circ}\text{K}$$

$$\text{Dimana } P = P_{tkk}$$

$$T_{mk} = 39,7^{\circ}\text{C}$$

Dengan rumus tersebut diatas pada operasi terus menerus selama 1 hari dengan daya 10 Mw, temperatur pendingin masuk ke kolam reaktor $t_{mk} = 39,7^{\circ}\text{C}$ pada temperatur tersebut sistem RPS tidak akan memadamkan reaktor sehingga proses iradiasi tidak terganggu atau dapat dikatakan pada operasi satu jalur daya 10 Mw selama 1 hari sesuai karena temperatur masuk kolam lebih kecil dari 42°C , sehingga sistem RPS tidak memadamkan reaktor.

PERMASALAHAN

Dengan operasi satu jalur pendingin sekunder dengan dua pompa primer, dua penukar panas, satu pompa sekunder dan lima menara pendingin akan terjadi ketidakseimbangan pembuangan panas yang akan menimbulkan kenaikan temperatur pendingin primer yang masuk ke dalam teras dan diukur dengan sensor temperatur, pada RPS CT811, CT812, CT813. Sensor tersebut akan memadamkan reaktor secara otomatis bila batas keselamatan operasi dilampaui sebesar 42°C dan ini menyebabkan proses iradiasi tidak berjalan.

Dalam kajian ini akan dihitung daya reaktor yang sesuai sehingga proses iradiasi isotop bisa berjalan.

Permasalahan lain yang juga harus dikaji bahwa setiap instansi apakah itu departemen ataupun lembaga non departemen diharuskan melakukan penghematan listrik. Mengingat operasi reaktor dalam kondisi normal dilaksanakan dengan mengoperasikan dua pompa sekunder dengan daya listrik masing-masing sebesar 250 KWt maka operasi reaktor dengan satu pompa sekunder perlu ditindak lanjuti.

Data Operasi Untuk Perhitungan Operasi Satu Jalur Pendingin Sekundair

NO.	Parameter operasi	Daya (MWt)		
		15	10	5
01.	Debit Pendingin Primer (m^3/jam), CF811	3150	3150	3150
02.	Debit Pendingin Sekundair (m^3/jam), CF01/02	1800/1800	1800/1800	1800/1800
03.	Temperatur Pendingin Primer Ke Reaktor CT811/12/13 dlm $^{\circ}\text{C}$	36/36/36,5	34/34/34	26/26/26
04.	Temperatur Pendingin Primer dari Reaktor $^{\circ}\text{C}$, CT03	39,5	36	28
05.	Temperatur Pendingin Sekundair ke HE, $^{\circ}\text{C}$ PA(CT01)	35	33	26
06.	Temperatur Pendingin Sekundair Ke Cooling Tower $^{\circ}\text{C}$, PA(CT03)	37	35	26,5

KESIMPULAN

Berdasarkan kajian pada bab teori dapat disimpulkan:

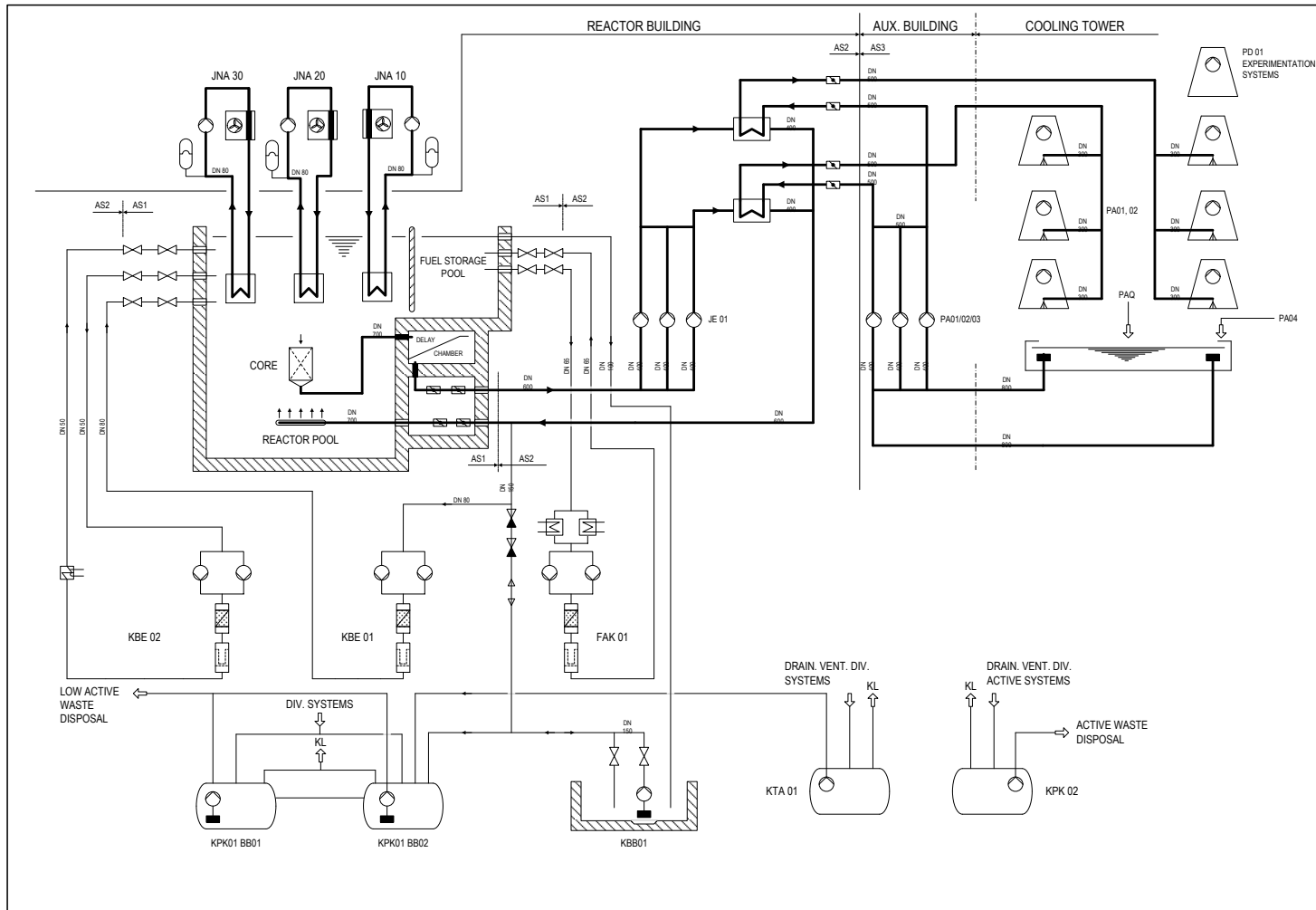
1. Lapisan air hangat (*Warm Water Layer*) setebal 1,5 meter dengan Temperatur 58°C selama operasi daya tinggi (10 Mw) tidak mempengaruhi temperatur pendingin primer pada saat masuk kolam reaktor.
2. Pada daya 10 Mw dengan operasi selama 1 hari temperatur pendingin primer masuk ke kolam reaktor terukur pada (CT811/CT812/CT813) sebesar $39,7^{\circ}\text{C}$ ternyata masih dibawah batas trip RPS sebesar 42°C , sehingga reaktor dapat dioperasikan.
3. Dengan beroperasinya 1 pompa pendingin sekunder suhu kolam reaktor pada bagian bawah dekat teras dengan ketinggian kurang lebih 2 meter, cenderung akan naik dengan pelan karena

kapasitas pendingin dikolam reaktor sebesar 209979,8 Kg.

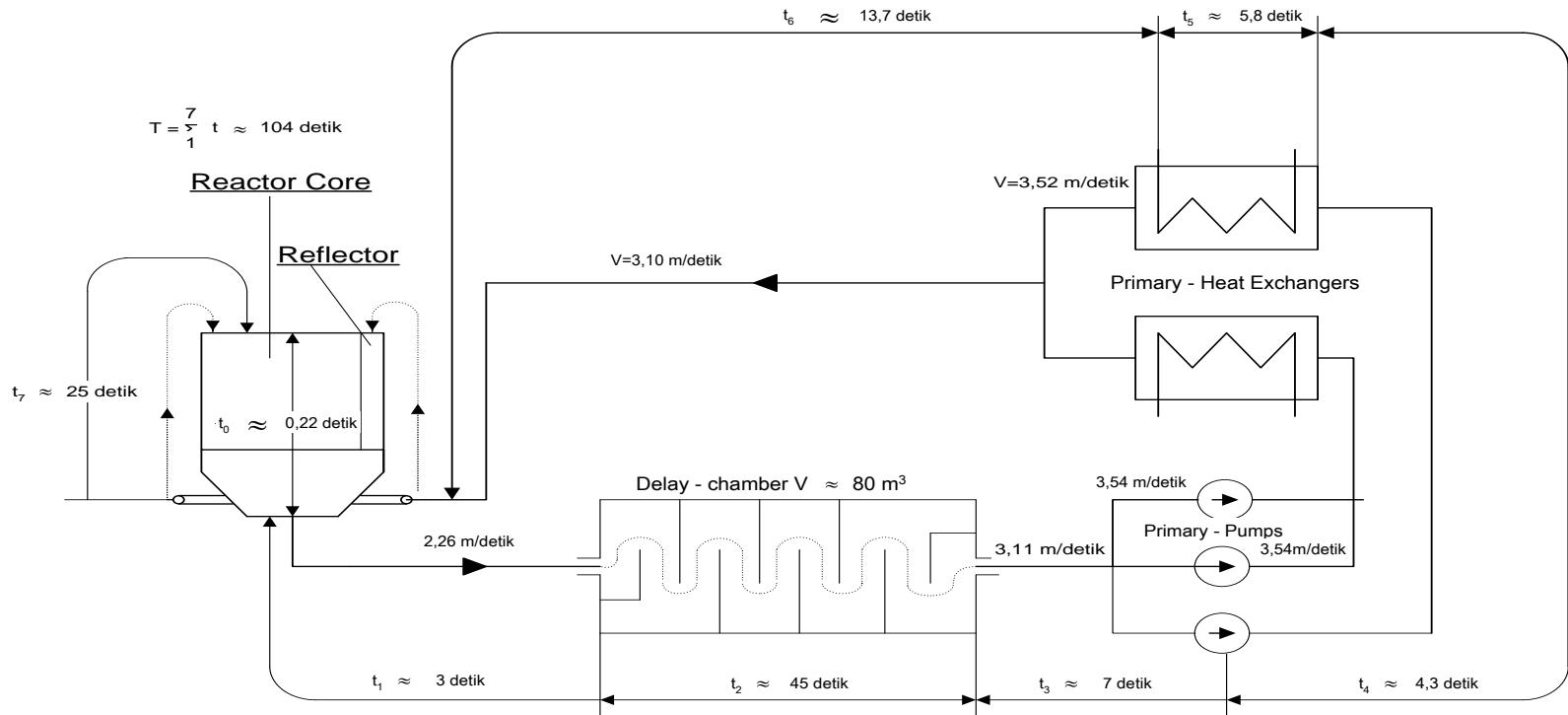
4. Berdasarkan kajian termis operasi dengan 1 pompa primer dan 1 pompa sekunder dan 5 menara pendingin dapat dioperasikan sampai dengan 15 MWt dan permasalahannya pada pemrograman ulang laju alir pendingin primer pada RPS. Jika ini dapat dilaksanakan suatu usaha yang baik untuk membantu pemerintah dalam rangka penghematan listrik dan produksi radio isotop tetap bisa dilaksanakan.

DAFTAR PUSTAKA

1. LAK (Laporan Analisis Keselamatan) Rev. 9 tahun 2006.
2. M.M. EL- WAKIL. *Nuclear Heat Transport, 1971 International Textbook. Company, USA.*



Gambar 1. Sistem Pendingin Utama Reaktor



Gambar 2. Diagram Alir Aktivasi Pendingin Primer, Waktu Sisa, Dan Kecepatan

