

ANALISIS KARAKTERISTIK OPERASI SISTEM PENDINGIN REAKTOR DI RSG-GAS

Thantawi Nurhapy

ABSTRAK

ANALISIS KARAKTERISTIK OPERASI SISTEM PENDINGIN REAKTOR DI RSG-GAS. Analisis karakteristik operasi sistem pendingin reaktor (JE01 dan PA) dimaksudkan untuk mengetahui pengaruh pola operasi dan perawatan terhadap karakteristik operasi sistem tersebut. Analisa dilakukan dengan menggunakan data-data operasi dan data-data perawatan dari tahun 1987 sampai dengan tahun 1997, meliputi lama (jam) operasi dan data-data kegagalan operasi sistem. Hasil penelitian menunjukkan bahwa baik secara sendiri-sendiri maupun bersamaan pola pengoperasian dan pola perawatan secara kualitas akan mempengaruhi karakteristik operasi dari sistem tersebut.

ABSTRACT

ANALYSIS FOR RSG-GAS OPERATIONAL CHARACTERISTICS OF REACTOR COOLING SYSTEMS. Analysis of operational characteristics of reactor cooling systems (JE01 and PA) is aimed at determining the effects of operation and maintenance patterns to the operational characteristics of the systems. Anaysis is carried out by virtue of the operating and maintenance data from 1987 to 1997, comprising the operating hours (duration) and data on operating failures of the systems. Results of study show that, either separately or jointly, the operating and maintenance patterns will qualitatively affect the operational characteristics of the systems.

PENDAHULUAN

Di RSG-GAS terdapat 10 (sepuluh) sistem penunjang dalam mendukung operasi reaktor. Salah satu dari sistem penunjang ini adalah sistem pendingin reaktor (sistem pendingin primer dan pendingin sekunder) dimana fungsi pendinginannya adalah untuk menjaga keutuhan bahan bakar dan material struktur reaktor. Potensi untuk dapat terjadinya ketidaksesuaian dimana sistem pendingin tidak bekerja secara optimal, disebabkan adanya proses penuaan peralatan / komponen yang terlibat pada sistem tersebut, dapat terjadi secara alami atau oleh faktor-faktor perlakuan terhadap sistem tersebut.

Pada makalah ini akan dibahas pengaruh pola pengoperasian dan pola perawatan terhadap karakteristik operasi dari sistem pendingin tersebut.

METODA

Penelitian dilakukan dengan metode analisis kualitatif, adalah suatu metoda yang mempertimbangkan bahwa terjadinya suatu peristiwa secara potesial (kualitas) disebabkan oleh peristiwa lainnya. Dalam kaitan ini, penelitian dilakukan atas peristiwa pola pengoperasian dan perawatan terhadap kegagalan operasi dari sistem tersebut.

Untuk kepentingan penelitian ini, akan dianalisa data-data operasi dan data-data kegagalan operasi dari sistem pendingin reaktor dari tahun 1987 s/d tahun 1997 (Tabel 2, 3 dan 4). Data-data diperoleh dari log book operasi dan perawatan, Permohonan Perbaikan dan Ijin Kerja (PPIK), dan dokumen-dokumen lain terkait.

Yang dimaksud dengan kegagalan operasi adalah tidak dapat beroperasinya sistem akibat terganggu/rusaknya komponen dari sistem

tersebut, tidak termasuk dimana sistem tidak siap beroperasi akibat gangguan dari sistem lain yang terkait dengan sistem ini.

PEMBAHASAN DAN ANALISIS

3.1. Pola Pengoperasian

Operasi sistem pendingin reaktor merupakan operasi terpadu dari sistem pendingin primer (JE01) dan sistem pendingin sekunder (PA). Dalam keadaan reaktor beroperasi normal, 2 (dua) dari 3 (tiga) buah pompa sirkulasi dari masing-masing sistem dioperasikan.

Tabel 2 & tabel 3a s/d 3d adalah data-data (jam) operasi sistem dalam mendukung berbagai kegiatan di RSG-GAS, antara lain: uji fungsi sistem, uji fungsi sistem lain, pengukuran besaran-besaran operasi sistem, pengukuran besaran-besaran fisika reaktor, latihan operator, kalibrasi, iradiasi dan penelitian lain. dari tahun 1987 sampai dengan tahun 1997.

Tabel menjelaskan hal-hal sebagai berikut :

- a. Lama (jam) operasi tiap sub sistem adalah jam operasi kumulatif, merupakan jumlah jam operasi dalam mendukung satu atau berbagai kegiatan yang berdiri sendiri-sendiri.
- b. Dalam beberapa kegiatan hanya subsistem tertentu yang dioperasikan.
- c. Beberapa data ditetapkan secara pendekatan, dimasukkan kedalam tabel pada bulan dimana kegiatan tersebut dimulai. Perlu diketahui, beberapa kegiatan dimulai pada akhir bulan dan berakhir pada awal bulan berikutnya.
- d. Adanya ketidakseimbangan pembebanan sistem. Unsur dari sistem (JE01 AP03 dan PA03 AP01) pada sebagian operasinya

hanya berperan sebagai pengganti bilamana unsur sistem lainnya gagal dioperasikan.

Berdasarkan hal-hal tersebut diatas, dapat dipertimbangkan hal-hal sebagai berikut :

- a. Dari sisi kualitas pembebanan sistem, pembebanan yang dilakukan secara berulang-ulang dalam waktu yang singkat adalah kurang menguntungkan, khususnya dari sisi teknis. Secara teknis, pada saat start suatu motor listrik membutuhkan arus 2 + 3 kali arus nominal. Dengan arus yang besar, secara pasti akan mengurangi ketahanan isolasi belitan dari motor listrik dan selanjutnya terjadi kegagalan operasi.
- b. Bahwa subsistem yang jarang dioperasikan dapat mengalami kegagalan yang sama seperti dengan sub sistem yang selalu dioperasikan. Pada awal tahun 1993 terjadi kebakaran motor pompa secara bersamaan pada 2 (dua) subsistem yang perlakuan operasinya berbeda (PA01 AP01 dan PA03 AP01).

3.2. Pola Perawatan

Panduan perawatan sistem di RSG-GAS adalah : *maintenance and repair manual* yang mulai diberlakukan sejak tahun 1989. Program menguraikan secara rinci prosedur perawatan dari tiap komponen/ sistem , mencakup aspek perawatan preventif, perawatan besar (*overhaul and repair*) serta perawatan rutin. Tabel 1 adalah pola perawatan dari sistem pendingin reaktor.

Perawatan rutin umumnya berupa uji visual yang dilakukan dalam interval waktu harian atau mingguan guna meyakinkan kelayakan operasi sistem. Sedangkan dua aspek perawatan lainnya yang dilaksanakan dalam interval waktu bulanan dan bahkan tahunan,

lebih ditujukan untuk menjamin kesiapan operasi dari sistem.

Tabel 4 memperlihatkan data-data kegagalan dari komponen sistem pendingin reaktor (JE01 & PA) dari tahun 1989 sampai dengan tahun 1997. Data-data diperoleh dari laporan Permohonan Perbaikan dan Ijin Kerja (PPIK). PPIK memuat berbagai informasi, termasuk tentang penyebab kegagalan dan upaya perbaikan yang dilakukan. Dari data-data/informasi yang tersedia, kegagalan operasi dari komponen/sistem disebabkan oleh faktor teknis dan non teknis, baik sendiri-sendiri maupun secara bersamaan.

Faktor non teknis berkaitan dengan penyimpangan prosedur dan kemampuan memprediksi. Penyimpangan prosedur merupakan tindakan tidak taat azas, dapat berbentuk kelalaian personil atau tidak tepat waktu oleh sebab lain (misalnya : perawatan tidak dapat dilakukan oleh karena sistem sedang dioperasikan). Sedangkan kemampuan memprediksi adalah tingkat kemampuan seseorang menetapkan secara pasti dimana sesuatu harus diganti, bila tidak dilakukan akan menyebabkan kegagalan. Kemampuan memprediksi ini sangat tergantung pada tingkat kemampuan seseorang. Adapun faktor teknis, dimana komponen gagal secara teknis (rusak).

Berbagai kegagalan komponen/sistem terkait dengan faktor-faktor tersebut diatas, sebagai berikut :

1. Pompa, disebabkan oleh kerusakan seal mekanik, kontaktor dan MCB, motor listrik (terbakar) dan lain-lain.
2. Filter meaknik, pada umumnya kegagalan disebabkan oleh kejenuhan (kotor)

3. Katup : kerusakan motor penggerak (*actuator*), modul kontrol, komponen elektrik.
4. Alat ukur/indikator, pada umumnya disebabkan oleh kerusakan alat sensor.

PENUTUP/ KESIMPULAN

Dari analisis yang dilakukan menunjukkan bahwa pola pengoperasian dan perawatan akan mempengaruhi karakteristik operasi dari sistem tersebut. Kesimpulan ini diambil dari data dan informasi sebagai berikut :

1. Pengoperasian sistem dalam waktu singkat secara berulang-ulang, kurang menguntungkan dilihat dari sisi kelayakan pengoperasian sistem.
2. Pengoperasian sistem yang mengabaikan keseimbangan pembebanan, dapat menyebabkan kegagalan yang sama antara sistem yang dioperasikan dengan sistem yang jarang dioperasikan.
3. Pelaksanaan perawatan tanpa disertai dengan kemampuan memprediksi dapat menyebabkan kegagalan berulang-ulang pada komponen / sistem yang sama.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu, memberi saran maupun kritik dalam penyusunan makalah ini.

DAFTAR PUSTAKA



PERPUSTAKAAN
PPI-BATAN

- 1| MPR-30, "Operating Manual", Batan, Serpong, 1988;
- 2| MPR-30, "Maintenance and Repair Manual", Batan, Serpong, 1989;
- 3| RSG-BATAN, "Log Book Operasi dan Perawatan", PRSG-BATAN, Serpong, 1987-1997;
- 4| RSG-BATAN, "Permohonan Perbaikan dan Ijin Kerja (PPIK)", PRSG-BATAN, Serpong, 1989-1997.

PERTANYAAN

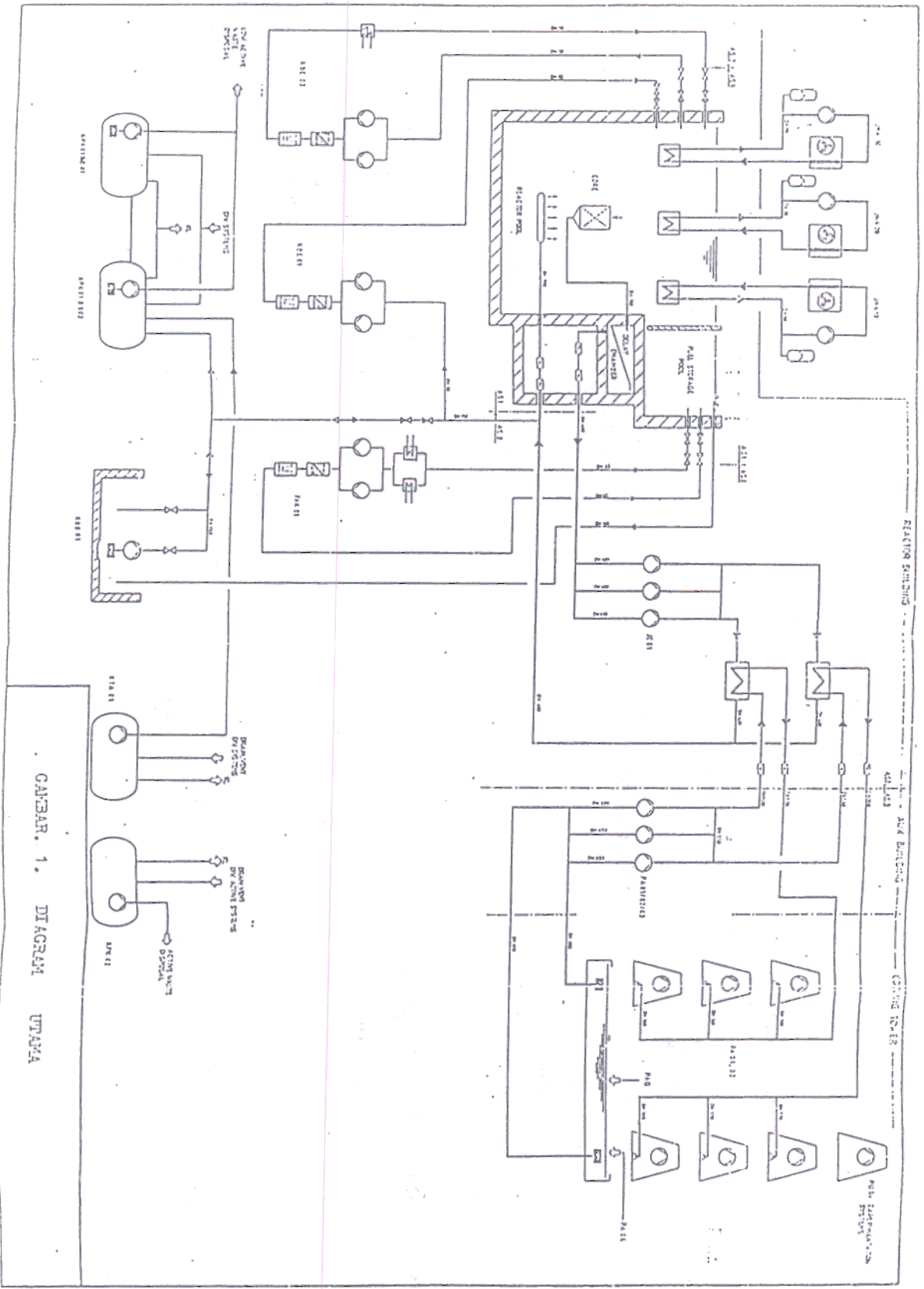
Penanya Dedi Sunaryadi

Pertanyaan :

Dari pola operasi reaktor yang tidak kontinyu apa saran anda untuk perbaikannya?

Jawaban :

Untuk mendukung pola reaktor yang dioperasikan secara kontinyu, hendaknya berbagai kegiatan dikemas dalam satu paket kegiatan operasi, tidak berdiri sendiri-sendiri.



GAMBAR. 1. DIAGRAM UTAMA

TABEL 1. PROGRAM PERAWATAN

A. SISTEM PENDINGIN PRIMER (JE01)						
Jadual Perawatan	Shift	1-M	6-M	1-Y	5-Y	10-Y
1. Pompa	Uji visual (getaran, indikator pelumas, seal meka-nik, suhu bearing)	Uji fungsi (siap operasi, suhu bearing)	Ganti oli & grease	Uji fungsi (interlock & ganti grease)	-	-
2. Katup	-	Uji fungsi (buka/tutup)	-	Uji fungsi (waktu menutup)	Pemeriksaan kekokohan & kebocoran	Ganti grease
3. Pemipaan	Uji visual (getaran, kekokohan)	-	-	-	-	Uji NDT (10%)
4. Alat ukur / indikator	-	-	-	Uji fungsi (kalibrasi CT001 s/d 008)	Uji fungsi alarm "high" CL	-

B. SISTEM PENDINGIN SEKUNDER (PA)							
Jadual Perawatan	2-W	1-M	3-M	6-M	1-Y	2-Y (5-Y)	10-Y
1. Pompa	Uji visual (suhu, getaran, oli)	Uji fungsi (suhu kerja)	-	Ganti oli & grease	Uji fungsi (interlock)	-	-
2. Katup	Uji visual (kebocoran)	Uji fungsi (buka katup)	-	-	Uji fungsi (interlock)	Uji fungsi (tekanan air & kebocoran)	-
3. Pemipaan	-	-	-	-	-	Uji tekan	Uji tak merusak (NDT)
4. Alat ukur / indikator	-	Uji fungsi (alarm)	-	-	-	-	-
5. Filter	-	-	Dibersihkan	-	-	-	-

Keterangan:

- Shift = Dilakukan setiap pergantian kerja
W = Mingguan
M = Bulanan
Y = Tahunan

TABEL 2

A. SISTEM PENDINGIN PRIMER (JE01)					
Periode Operasi	Lama Operasi (Jam)	Periode Operasi	Lama Operasi (Jam)	Periode Operasi	Lama Operasi (Jam)
Mar - Des '87	687.1	Mar - Des '87	657.8	Mar - Ags '87	603.2
Peb - Des '88	1395.9	Peb - Des '88	1529.5	Apr - Nop '88	17.8
Peb - Des '89	2049.8	Peb - Des '89	1714.1	Jan - Okt '89	335.1
Jan - Des '90	1180.3	Jan - Des '90	919.9	Mar - Des '90	367.7
Jan - Sep '91	1854.1	Jan - Sep '91	1805.9	Apr - Sep '91	20.6
Peb - Nop '92	2484.6	Peb - Nop '92	2334.2	Peb - Sep '92	182.4
Jan - Des '93	2316.0	Jan - Des '93	2388.7	Apr - Des '93	988.9
Jan - Des '94	838.6	Jan - Des '94	896.0	Okt - Nop '94	2.6
Jan - Ags '95	1563.1	Jan - Des '95	4503.9	Mar - Des '95	3523.3
Jan - Jul '96	2198.8	Jan - Des '96	3743.2	Mar - Des '96	1734.0
Jan - Sep '97	1566.8	Jan - Ags '97	748.5	Jan - Sep '97	2012.4
Total	18135.1	Total	21385.7	Total	9788.0

B. SISTEM PENDINGIN SEKUNDER (PA)					
Periode Operasi	Lama Operasi (Jam)	Periode Operasi	Lama Operasi (Jam)	Periode Operasi	Lama Operasi (Jam)
Jun - Des '87	603.2	Jun - Des '87	477.0	Jun - Nop '87	72.2
Mei - Des '88	1280.1	Mei - Des '88	891.8	Mei - Nop '88	417.4
Jan - Des '89	1838.8	Jan - Des '89	1822.2	Jan - Des '89	310.1
Jan - Des '90	1044.6	Jan - Des '90	1009.9	Mar - Okt '90	152.8
Jun - Okt '91	1606.8	Jan - Sep '91	1570.8	Jan - Okt '91	157.3
Mar - Nop '92	2091.6	Peb - Nop '92	2525.0	Peb - Ags '92	227.5
Jan - Des '93	1326.7	Jan - Des '93	2382.5	Peb - Nop '93	2283.2
Mei - Des '94	988.4	Mei - Des '94	948.9	Mei - Des '94	33.4
Jan - Des '95	4318.1	Jan - Des '95	2118.8	Peb - Sep '95	2601.0
Jan - Des '96	4821.2	Jan - Ags '96	2785.9	Jan - Des '96	
Jan - Sep '97	2511.3	Jan - Sep '97	627.6	Jan - Sep '97	
Total	22430.8	Total	17160.4	Total	10695.6

TABEL 3a. DISTRIBUSI PEMBEBANAN (JAM) SISTEM PENDINGIN REAKTOR

TAHUN	SUB SISTEM		BULAN												TOTAL (JAM)
			JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES	
1987	JE01	AP01	-	-	1.5	2.3	9.0	0.6	1.5	132.0	12.7	325.5	84.1	117.9	687.1
		AP02	-	-	0.2	1.7	2.6	1.3	4.6	136.4	4.7	324.4	82.6	99.3	657.8
		AP03	-	-	0.1	0.6	0.2	1.0	0.3	3.7	-	-	-	-	5.9
	PA	PA01	-	-	-	-	-	5.8	-	129.3	-	274.7	81.1	112.3	603.2
		AP01	-	-	-	-	-	-	-	135.0	-	284.5	-	57.5	477.0
		PA02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		PA03	-	-	-	-	-	0.7	-	-	-	-	71.5	-	72.2
	AP01														
1988	JE01	AP01	-	-	-	-	23.6	-	192.0	311.6	423.2	129.0	28.7	311.4	1395.9
		AP02	-	0.6	-	5.6	27.5	1.4	161.2	381.7	467.7	129.7	25.6	328.5	1529.5
		AP03	-	-	-	1.2	-	-	-	-	-	4.8	11.8	-	17.8
	PA	PA01	-	-	-	-	4.5	-	23.2	375.9	463.0	120.0	0.6	292.9	1280.1
		AP01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		PA02	-	-	-	-	2.0	-	4.0	28.8	467.7	96.0	2.0	291.3	891.8
		PA03	-	-	-	-	1.2	-	85.2	328.7	-	-	2.3	-	417.4
	AP01														
1989	JE01	AP01	-	39.9	152.2	303.6	176.0	369.3	25.6	13.0	32.7	421.6	351.7	164.2	2049.8
		AP02	-	44.5	133.9	273.3	174.8	15.4	50.4	13.0	49.6	418.2	370.6	170.4	1714.1
		AP03	3.1	2.1	-	33.3	1.3	267.9	10.2	-	9.2	8.0	-	-	335.1
	PA	PA01	0.3	39.7	99.0	285.4	175.8	259.6	36.9	12.9	36.8	365.5	356.9	170.0	1838.8
		AP01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		PA02	-	39.7	124.3	176.1	158.8	358.1	37.0	12.9	34.9	320.9	389.6	169.9	1822.2
		PA03	-	0.1	49.2	12.6	16.6	-	26.0	-	-	205.3	-	0.3	310.1
	AP01														

BE ISTRIBUSI MEMBERANAN (J M) ISTEM PE GIN REA TO

TAHUN	SUB SISTEM	BULAN												TOTAL (JAM)	
		JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOV	DES		
1990	JE01	AP01	42.0	-	-	-	46.9	370.1	251.7	335.4	9.2	-	63.4	61.6	1180.3
		AP02	40.6	-	0.6	5.6	34.2	46.7	280.6	334.7	9.5	-	118.4	49.0	919.9
		AP03	-	-	5.1	1.9	53.0	290.8	5.7	-	-	-	0.5	10.7	367.7
	PA	PA01	39.7	-	1.2	1.0	46.9	334.6	173.0	334.2	9.3	1.0	92.0	11.7	1044.6
		PA02	43.8	-	-	-	45.1	312.0	246.3	314.2	9.0	-	-	39.5	1009.9
		PA03	-	-	0.5	-	-	13.2	138.4	0.1	-	-	-	-	152.8

1991	JE01	AP01	212.1	326.5	137.3	506.2	276.1	210.2	-	12.0	173.7	-	-	1854.1
		AP02	257.9	308.5	138.0	512.2	267.7	227.1	-	15.3	79.2	-	-	1805.9
		AP03	-	-	-	6.1	3.2	1.8	-	7.9	1.6	-	-	20.6
	PA	PA01	253.6	191.1	111.3	531.3	219.5	204.7	-	-	94.3	1.0	-	1606.8
		PA02	196.1	308.7	122.1	517.5	201.7	209.7	-	-	15.0	-	-	1570.8
		PA03	33.8	122.5	-	-	-	-	-	-	-	1.0	-	157.3

1992	JE01	AP01	-	9.3	324.0	273.2	375.6	270.0	217.4	281.7	359.4	200.5	173.5	-	2484.6	
		AP02	-	-	314.4	195.7	367.3	266.0	233.0	253.2	308.6	200.3	200.3	195.7	-	2334.2
		AP03	-	0.5	48.8	-	-	94.0	0.5	13.3	25.3	-	-	-	182.4	
	PA	PA01	-	-	375.8	308.6	396.3	-	-	266.0	349.6	200.0	200.0	195.3	-	2091.6
		PA02	-	-	342.0	404.5	326.1	208.2	227.3	272.0	349.4	200.6	200.6	194.9	-	2525.0
		PA03	-	0.9	82.8	-	119.5	107.4	0.5	0.1	-	-	-	-	227.5	

TABEL 3c. DISTRIBUSI PEMBEBANAN (JAM) SISTEM PENDINGIN REAKTOR

TAHUN	SUB SISTEM		BULAN												TOTAL (JAM)
			JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES	
1993	JE01	AP01	373.2	181.6	341.9	78.9	224.6	300.3	381.1	-	-	371.9	62.5	-	2316.0
		AP02	374.9	197.3	342.7	214.1	218.4	0.4	-	248.8	162.2	354.0	244.4	31.5	2388.7
		AP03	-	-	-	15.8	20.0	61.7	448.5	10.0	209.9	105.6	108.0	9.4	988.9
	PA	PA01	371.1	-	-	-	-	1.6	386.0	248.3	72.3	1.6	236.9	8.9	1326.7
		AP01													
		PA02	375	184.7	321.0	17.4	-	19.3	318.9	248.4	195.0	480.0	214.6	8.2	2382.5
		AP01													
PA03	-	213.1	327.5	206.4	248.0	404.1	198.9	-	208.8	476.1	0.3	-	2283.2		
AP01															
1994	JE01	AP01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	78.2	733.4	27.0	838.6
		AP02	14.3	-	-	-	-	-	-	-	-	113.7	737.6	30.4	896.0
		AP03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.6	2.0	-	2.6
	PA	PA01	-	-	-	-	1.0	0.6	-	-	-	244.1	723.0	19.7	988.4
		AP01													
		PA02	-	-	-	-	2.0	1.0	-	-	-	206.7	708.4	30.8	948.9
		AP01													
PA03	-	-	-	-	1.3	4.2	-	-	-	-	5.3	22.6	33.4		
AP01															
1995	JE01	AP01	831.0	3.0	102.1	211.5	154.3	0.1	-	261.1	-	-	-	-	1563.1
		AP02	830.8	-	226.4	266.6	131.8	742.5	64.5	723.5	197.9	626.6	626.3	67.0	4503.9
		AP03	-	-	128.0	265.8	286.0	596.7	64.9	474.2	270.2	674.2	722.3	41.0	3523.3
	PA	PA01	566.5	-	224.9	211.1	280.4	455.3	268.5	715.5	195.7	637.5	722.3	40.4	4318.1
		AP01													
		PA02	394.8	-	225.2	165.6	-	-	-	-	14.5	529.4	726.4	62.9	2118.8
		AP01													
PA03	-	258	-	356.0	266.1	546.7	244.4	731.4	198.4	-	-	-	2601.0		
AP01															

TABEL 3d. DISTRIBUSI PEMBEBANAN (JAM) SISTEM PENGINJIN REAKTOR

TAHUN	SUB SISTEM												TOTAL (JAM)	
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES		
1996	AP01	526,6	217,1	492,3	310,6	-	435,4	216,8	-	-	-	-	2198,8	
	AP02	230,0	217,0	283,9	609,2	467,2	458,5	172,8	17,5	-	677,2	433,0	3743,2	
	AP03	-	-	0,3	328,6	466,8	241,9	4,7	361,9	211,9	-	-	117,9	1734,0
	PA02	527,0	216,9	436,6	487,0	465,9	460,1	155,4	444,7	209,6	699,9	429,8	288,3	4821,2
	PA01	526,7	216,9	475,9	488,4	466,3	412,6	170,2	28,9	-	-	-	-	2785,9
	PA03	0,5	-	55,0	-	-	-	116,9	341,4	187,5	698,8	438,8	298,4	2137,3
1997	AP01	-	-	-	261,4	403,5	269,1	412,2	220,6	-	-	-	1566,8	
	AP02	8,4	142,7	443,1	133,9	-	0,1	3,0	17,3	-	-	-	748,5	
	AP03	2,1	119,2	-	131,5	512,5	382,2	268,9	375,9	220,1	-	-	2012,4	
	JE01	AP01	-	-	-	-	261,4	403,5	269,1	412,2	220,6	-	-	1566,8
	AP02	8,4	142,7	443,1	133,9	-	0,1	3,0	17,3	-	-	-	748,5	
	AP03	2,1	119,2	-	131,5	512,5	382,2	268,9	375,9	220,1	-	-	2012,4	
1997	PA	AP01	-	-	-	261,4	403,5	269,1	412,2	220,6	-	-	1566,8	
	AP02	8,4	142,7	443,1	133,9	-	0,1	3,0	17,3	-	-	-	748,5	
	AP03	2,1	119,2	-	131,5	512,5	382,2	268,9	375,9	220,1	-	-	2012,4	
	PA	AP01	-	-	-	261,4	403,5	269,1	412,2	220,6	-	-	1566,8	
	AP02	8,4	142,7	443,1	133,9	-	0,1	3,0	17,3	-	-	-	748,5	
	AP03	2,1	119,2	-	131,5	512,5	382,2	268,9	375,9	220,1	-	-	2012,4	

TABEL 4. DATA GANGGUAN DAN PERBAIKAN SISTEM PENDINGIN REAKTOR

A. SISTEM PENDINGIN PRIMER (JE01)											
KOMPONEN		TAHUN									TERJADI PADA BULAN KE
		89	90	91	92	93	94	95	96	97	
JE01 AP01	1. Pompa	⊗			⊗			⊗⊗⊗⊗	⊗		6/3/2,7,8,8/12
	2. Katup		⊗	⊗		⊗⊗			⊗		9/2/5,5/1
	3. Alat ukur / Indikator				⊗		⊗				3/10
	4. Pemipaan										
JE01 AP02	1. Pompa	⊗	⊗		⊗⊗				⊗	⊗	6/4/3/12/4
	2. Katup										
	3. Alat ukur / Indikator							⊗		⊗	5/2
	4. Pemipaan										
JE01 AP03	1. Pompa		⊗		⊗						6/3
	2. Katup										
	3. Alat ukur / Indikator			⊗⊗							5,8
	4. Pemipaan										
B. SISTEM PENDINGIN SEKUNDER (PA)											
KOMPONEN		TAHUN									TERJADI PADA BULAN KE
		89	90	91	92	93	94	95	96	97	
PA01 AP01	1. Pompa	⊗⊗			⊗⊗	⊗					6,9/7,9/2
	2. Katup	⊗				⊗⊗⊗	⊗	⊗			9/1,8,10/12/9
	3. Alat ukur / Indikator			⊗		⊗⊗			⊗		1/1,5/7
	4. Filter	⊗⊗	⊗	⊗⊗				⊗	⊗⊗⊗⊗		4,11/7/1,2/2/3,7,8,3
	5. Pemipaan										
PA02 AP01	1. Pompa						⊗			⊗	5/3
	2. Katup		⊗	⊗		⊗⊗	⊗⊗	⊗			10/4/7,7/10,10/3
	3. Alat ukur / Indikator								⊗⊗		4,9
	4. Filter		⊗⊗	⊗⊗		⊗			⊗		7,8/1,2/11/7
	5. Pemipaan										
PA03 AP01	1. Pompa	⊗			⊗	⊗					10/7/2
	2. Katup					⊗⊗⊗					11,5,5
	3. Alat ukur / Indikator		⊗								8
	4. Filter		⊗			⊗	⊗		⊗		7/5/5/9
	5. Pemipaan										