

PEMBUATAN PANEL OTOMATIS SISTEM PENYEDIA AIR DINGIN PADA VENTILASI ZONA RADIASI MENENGAH RSG-GAS

Kiswanto, Teguh Sulistyio

Subbidang Elektrik Bidang Pemeliharaan Reaktor Pusat Reaktor Serba Guna BATAN

Kawasan Nuklir Serpong Gedung 31 Puspiptek, Tangerang Selatan, Indonesia,

Email: kiswanto@batan.go.id; tsulistyo123@batan.go.id

ABSTRAK

PEMBUATAN PANEL OTOMATIS SISTEM PENYEDIA AIR DINGIN PADA VENTILASI ZONA RADIASI MENENGAH RSG-GAS. Telah dibuat panel otomatis sistem penyedia air dingin pada ventilasi zona radiasi menengah RSG-GAS dengan cara memasang sensor thermostat pada jalur pipa air masuknya. Ruang lingkup dan langka kerja yang dilakukan terdiri atas mempelajari cara kerja sistem lama, membuat gambar rancangan panel baru, membuat dan merakit panel kontrol serta melakukan uji fungsi panel tersebut. Dari hasil uji fungsi dengan menggunakan *mode basic chiller* menunjukkan bahwa pada suhu $<11,5^{\circ}\text{C}$ chiller yang beroperasi 1 unit, pada suhu $11,5^{\circ}\text{C}$ sampai dengan $13,5^{\circ}\text{C}$ chiller yang beroperasi 2 unit dan pada suhu $>13,5^{\circ}\text{C}$ chiller yang beroperasi 3 unit. Dengan beroperasinya lampu indikator yang terpasang pada panel kontrol dan beroperasinya ke tiga *chiller* pada saat uji fungsi berlangsung menunjukkan bahwa panel otomatis sistem penyedia air dingin pada ventilasi zona radiasi menengah RSG-GAS siap digunakan untuk mendukung operasi sistem ventilasi zona radiasi menengah RSG-GAS secara otomatis

Kata kunci: panel otomatis, sistem penyedia air dingin RSG-GAS, zona radiasi rendah RSG-GAS

ABSTRACT

AUTOMATIC PANEL ESTABLISHMENT OF COOLING WATER PROVIDER IN THE VENTILATION SYSTEM OF INTERMEDIATE RADIATION ZONE OF THE GA. SIWABESSY REACTOR. It has been established automatical panel of chilled water supply system in the intermediate radiation zone of the RSG-GAS ventilation system. It has been done by installing a thermostat sensor in the entry of water pipe lines. The scope and steps of work done consists of studying how the old system, making the plans for the new panel, making and assembling the control panel and running test of the panel. From the results of the running test using basic mode chiller shows that at temperatures $<11,5^{\circ}\text{C}$ chiller that operates is one unit, at temperatures of $11,5^{\circ}\text{C}$ to $13,5^{\circ}\text{C}$ chiller that operates are two units while at temperatures $>13,5^{\circ}\text{C}$ chiller that operates are 3 units. By the operation of the indicator lights that are mounted in the control panel and the operation of three chillers at the time of the running test shown that the automated panel water supply system is ready to be used to support the operation of the intermediate ventilation system radiation zone of the RSG-GAS.

Keywords: automatic panel, cold water supply system, radiation zone intermediate ventilation RSG-GAS

PENDAHULUAN

Sistem ventilasi Reaktor Serba Guna G.A. Siwabessy (RSG-GAS) di rancang untuk beberapa keperluan, diantaranya untuk sistem pendingin, sistem pengaturan tingkat kelembaban udara dan mengatur beda tekanan antar ruangan. Pengaturan pendingin dan kelembaban udara antar ruangan berfungsi untuk menjaga keandalan dan ketahanan peralatan pendukung RSG-GAS serta kenyamanan pekerja. Pengaturan beda tekanan antar ruangan berfungsi pula untuk mencegah tersebarnya udara yang terkontaminasi ke ruangan lain pada saat membuka dan menutup pintu antar ruangan yang

satu dengan ruangan lain. Sistem ventilasi di RSG-GAS dikelompokkan ke dalam beberapa daerah sebagai berikut:

1. Daerah bebas kontaminasi
2. Daerah radiasi rendah
3. Daerah radiasi menengah
4. Daerah radiasi tinggi

Pengaturan pendingin dan kelembaban udara sistem ventilasi memerlukan media pendingin berupa air dingin. Sistem penyedia air dingin (*chilled water system, CWU*) atau yang lebih dikenal dengan sebutan *chiller* yang berfungsi sebagai alat untuk memproduksi air dingin. Air dingin tersebut

digunakan untuk media pendingin pada sistem ventilasi RSG-GAS. Salah satu sistem penyedia air dingin pada sistem ventilasi RSG-GAS adalah sistem penyedia air dingin untuk sistem ventilasi daerah radiasi menengah yang diberi kode QKJ01, QKJ02 dan QKJ03. Sistem ventilasi daerah radiasi menengah RSG-GAS ini dipergunakan untuk mensuplai beberapa *Air Handling Unit* (AHU) yaitu:

1. Sistem pasokan udara segar yaitu KLA11 dan KLA12;
2. Sistem resirkulasi ruang bantu lantai -6,5 m, ruang bongkar pasang lantai 0 m dan ruang bantu lantai 8 yaitu KLA31;
3. Sistem resirkulasi ruang balai operasi lantai 0 m yaitu KLA32;
4. Sistem resirkulasi ruang balai operasi lantai 0 m yaitu KLA33;
5. Sistem resirkulasi ruang operasi pompa primer yaitu KLA34;
6. Sistem purifikasi air kolam reaktor yaitu FAK01;
7. Sistem pemasok udara bertekanan yaitu SCA01/02.

Sistem penyedia air dingin QKJ01, QKJ02 dan QKJ03 dirancang dengan kapasitas 3x100 %. Masing-masing CWU dilengkapi dengan 2 buah kompresor, 2 buah kondensor, 1 unit evaporator dan 1 buah pompa sirkulasi air. Untuk sistem penyedia air dingin QKJ02 dan QKJ03 telah dilakukan penggantian modul CWU-nya dengan yang baru sehingga merubah sistem operasi dari ketiga unit sistem penyedia air dingin QKJ01, QKJ02 dan QKJ03. Sistem kerja dari 2 unit CWU yang baru ini tidak sama dengan sistem yang lama sehingga perlu dilakukan pembuatan sistem otomatis dari ke tiga sistem penyedia air dingin QKJ01, QKJ02 dan QKJ03. Pembuatan sistem otomatis ini dilakukan dengan cara memasang sensor thermostat pada jalur pipa air masuknya. Pembuatan panel ini dimaksudkan agar sistem penyedia air dingin daerah radiasi menengah QKJ01, QKJ02 dan QKJ03 dapat bekerja seperti semula.

Sebelum adanya panel otomatis, ketiga modul QKJ01/02/03 dioperasikan hanya secara

manual, individual dan tidak ada lampu indikator yang menunjukkan unit mana yang sedang beroperasi atau sedang mengalami gangguan (*fault*) pada sistem QKJ01/02/03. Model operasi seperti ini menyebabkan sistem pengoperasian QKJ01/02/03 tidak efisien dan efektif. Hal inilah yang melatarbelakangi perlunya dibuat panel otomatis modul QKJ01/02/03 yang dapat dioperasikan berdasarkan suhu masukan melalui sensor suhu pada thermostat yang dipasang pada pipa masukan sehingga panel dapat dioperasikan secara otomatis yang dilengkapi pula lampu indikator untuk mengetahui unit QKJ mana yang sedang beroperasi atau unit QKJ yang sedang mengalami gangguan (*fault*).

TEORI

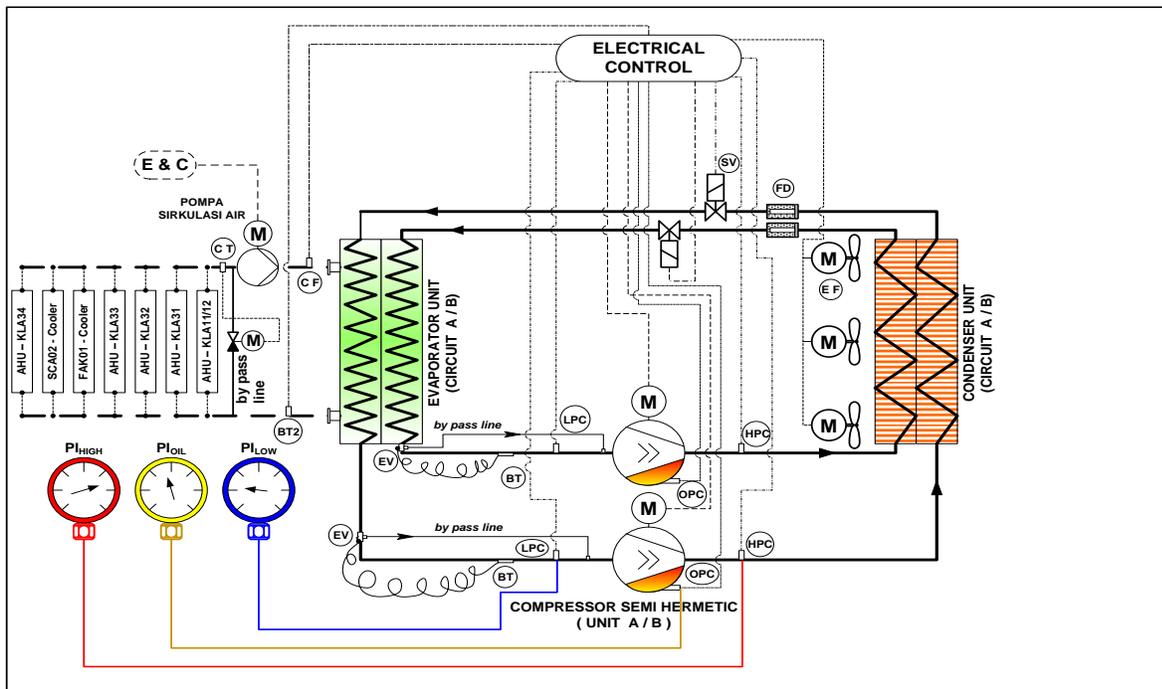
Deskripsi Sistem Penyedia Air Dingin (QKJ 01/02/03) RSG-GAS

Terdapat 3 unit sistem penyedia air dingin pada daerah radiasi menengah yaitu diberi kode QKJ01, QKJ02 dan QKJ03. Sistem ini merupakan unit mesin untuk memproses air (refrijerasi) dari air dengan suhu tertentu menjadi air dengan suhu yang lebih rendah (lebih dingin). Fluida pendingin yang digunakan pada mesin refrijerasi adalah refrijeran (*refrigerant*) R22, kemudian refrijeran mendinginkan air, dan selanjutnya air dingin didistribusikan untuk dipergunakan sebagai media pendingin pada sistem-sistem yang membutuhkan.

Jenis mesin refrijerasi yang digunakan adalah jenis pendingin udara (*air cooled type*) dengan jenis kompresor yang dapat dibongkar pasang tanpa merusak (*semi-hermetic compressor type*) dan penggerak/penghasil tekanan refrijerasi menggunakan torak (*reciprocating type*).

Masing-masing unit penyedia air dingin baik QKJ01, QKJ02 maupun QKJ03 dilengkapi dengan 2 buah kompresor, 2 buah kondensor, 1 unit evaporator dan 1 buah pompa sirkulasi air. Sistem ini tidak termasuk dalam kelas *safety related* sehingga suplai daya listriknya hanya dipasok dari PLN.

Secara garis besar sistem penyedia air dingin tersebut dapat ditunjukkan pada Gambar 1:



Gambar 1. Sistem Penyedia Air Dingin (Chiller Water Unit, CWU)

Keterangan Gambar Chiller Water Unit ("CWU") :

- B T = Bulb Temperature
- B T 2 = Load Capacity Thermostat
- C F = Control Flow (Dry Running Protection)
- E & C = Electrical Control
- E F = Exhaust Fan
- E V = Expansion Valve
- F D = Filter Dryer
- H P C = High Pressure Control
- L P C = Low Pressure Control
- M = Electric Motor
- O P C = Oil Pressure Control
- S V = Electric Solenoid Valve

Fungsi utama sistem penyedia air dingin adalah untuk menyediakan dan memasok air dingin sesuai dengan yang dibutuhkan, yaitu mendinginkan air dengan kondisi dari air dengan suhu tertentu menjadi air dengan suhu yang lebih rendah (lebih dingin). Secara garis besar prinsip kerja dari sistem pemroses air dingin (QKJ01/02/03) adalah refrigerasi pada mesin refrigerasi disirkulasi oleh kompresor. Refrigerasi dari kompresor kemudian masuk ke dalam unit *condensor* (dalam unit *condensor* terdapat *blower*) kemudian melewati filter, selanjutnya masuk ke dalam unit *evaporator* dan kembali lagi ke kompresor. Di dalam unit *evaporator* ini air disirkulasikan sehingga suhu air dari suhu tertentu didinginkan menjadi air dengan suhu yang lebih

rendah (lebih dingin). Dan selanjutnya air dingin oleh sebuah pompa sirkulasi digunakan sebagai media pendingin pada sistem-sistem yang membutuhkan.

Sistem penyedia air (QKJ01/02/03) dirancang dengan kapasitas 3x100% dengan artian masing-masing QKJ berkapasitas 1x100% dengan kondisi operasi penuh, yaitu dua buah kompresor beroperasi sehingga dapat memenuhi kebutuhan air dingin pada sistem ventilasi daerah radiasi menengah. Dalam prosedur pengoperasiannya harus dilakukan secara bergantian dengan menjadual pergantian jam operasi agar beban pemakaian seimbang. Masing-masing sistem juga dapat beroperasi 1x50% yaitu apabila hanya 1 buah kompresor saja yang beroperasi. Hal ini bermanfaat apabila salah satu kompresor mengalami kerusakan. Apabila hal ini terjadi, salah satu sistem kompresornya mengalami kerusakan maka sistem dapat dioperasikan dengan moda dua sistem penyedia air dingin beroperasi dan masing-masing sistem beroperasi hanya dengan satu buah kompresor (2x50 %). Untuk sistem yang lama operasi sistem penyedia air dingin ini dioperasikan secara otomatis yang dilakukan melalui sistem pengoperasian pompa sirkulasi sehingga saat pompa sirkulasi mati maka CWU akan ikut mati melalui sistem *control flow*-nya.

Distribusi air dingin

Distribusi air dingin dari sistem penyedia air dingin adalah menggunakan siklus tertutup maka pengendalian di titik beratkan kepada tekanan air agar massa air yang didinginkan setara dengan kemampuan beban sistem pendinginnya. Distribusi air dingin dari dan ke sistem penyedia air digunakan pompa sentrifugal. Volume air keseluruhan adalah sebanyak 10.000 liter, untuk menjaga kualitas air maka pada air ditambahkan bahan kimia pengendali yaitu Nalco™ 121. Untuk mereratakan (menstabilkan) tekanan air di sepanjang pipa distribusi digunakan tangki ekspansi dan dipasang sesudah pompa sirkulasi atau sisi tekan pompa sirkulasi. Kapasitas tangki adalah 800 liter air, di dalam tangki dipasang membran yang terbuat dari bahan karet, dilengkapi dengan pentil (katup searah).

LANGKAH KERJA

Pembuatan panel kontrol otomatis sistem penyedia air dingin ini dilakukan melalui beberapa tahapan:

1. Mempelajari cara kerja sistem yang lama;
2. Membuat gambar rancangan panel yang baru;
3. Pembuatan panel kontrol dan instalasi;
4. Pengujian sistem.

Bahan dan komponen yang digunakan dalam pembuatan panel otomatis ini antara lain:

1. Thermostat
2. Relay
3. *Selector Switch* 3 posisi
4. Lampu indikator
5. *Box* panel
6. Kabel kontrol

HASIL DAN PEMBAHASAN

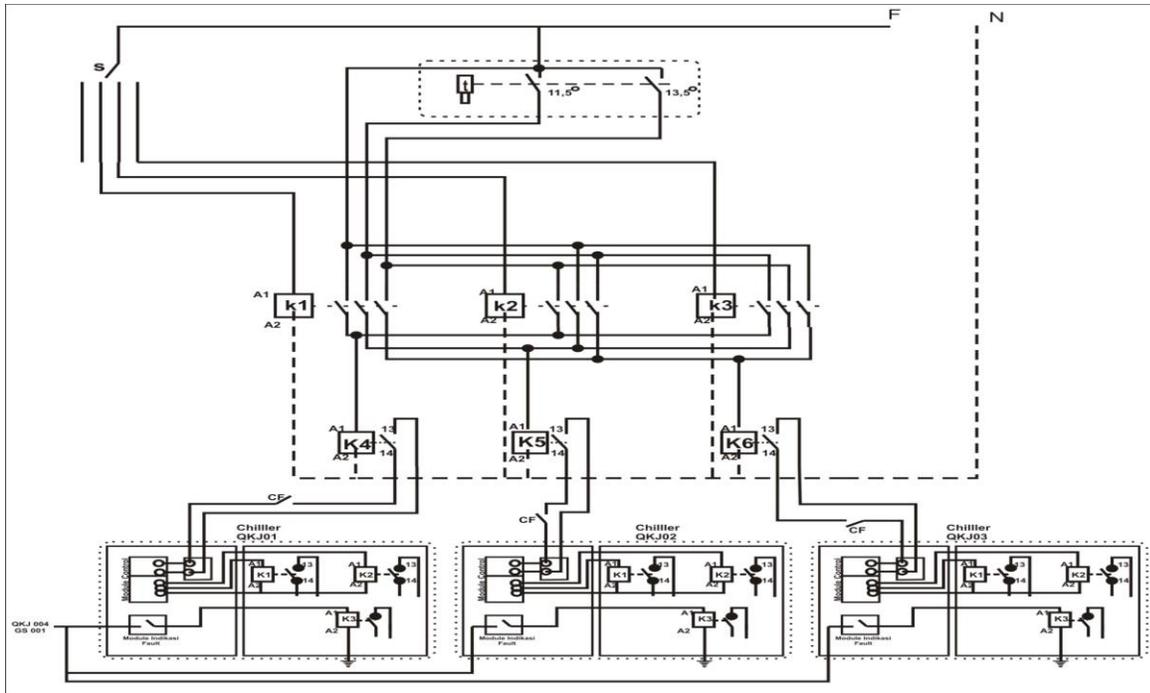
Langkah pertama yang dilakukan adalah membuat gambar rangkaian yang baru seperti ditunjukkan pada Gambar 2 dan Gambar 3.

Cara kerja dari rangkaian kontrol yaitu:

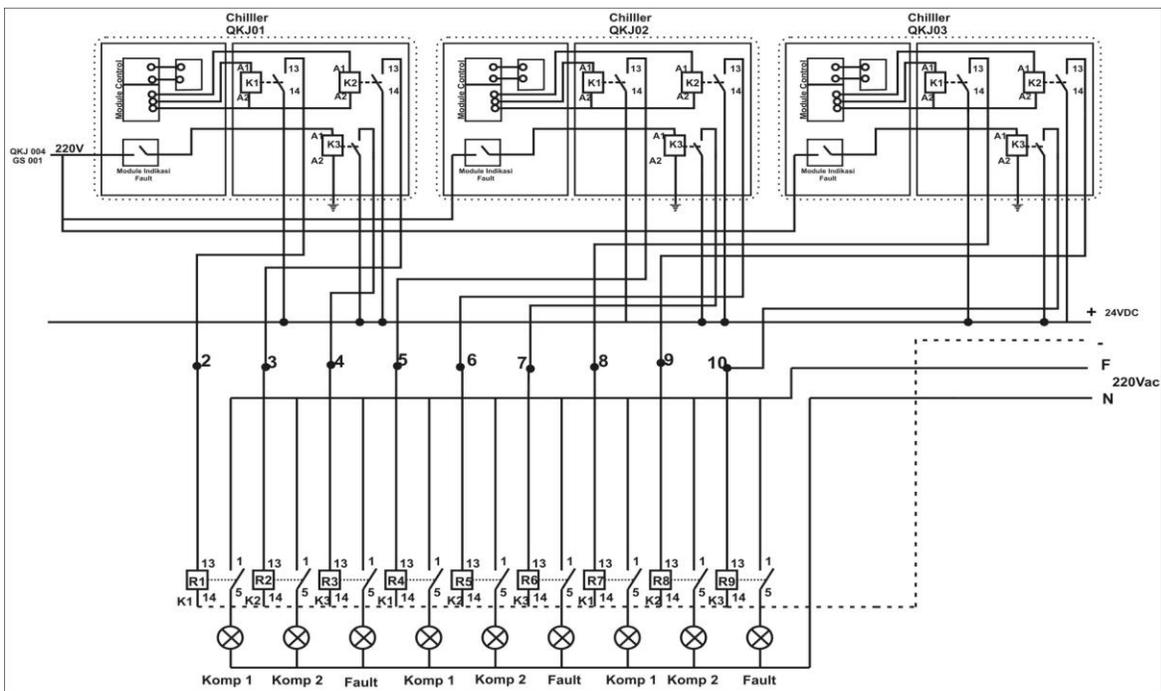
Pengoperasian selektor S pada posisi 1, 2 atau 3 akan menentukan kombinasi dari ke tiga QKJ tersebut yaitu pada posisi 1 maka QKJ01 sebagai sistem yg beroperasi terus dan QKJ02 sebagai cadangan pertama dan QKJ03 sebagai cadangan kedua, pada posisi 2 maka urutannya adalah QKJ02, QKJ03 dan QKJ01 sedang pada posisi 3 maka urutannya adalah QKJ03, QKJ01 dan QKJ02. Urutan pengoperasian ini melalui relay K1, K2 dan K3 pada rangkaian kontrol dan untuk menentukan kapan cadangan pertama dan kedua beroperasi maka dipasang thermostat yang sensornya diletakkan pada pipa masukan dari ke tiga sistem penyedia air dingin dan di-*setting* pada suhu 11,5°C dan 13,5°C, bila selektor S pada posisi 1 dan suhu air masuk sebesar $\leq 11,5^\circ\text{C}$ maka hanya satu buah sistem penyedia air dingin yang beroperasi yaitu QKJ01 (1x100%) melalui kontaktor K4, jika suhu air masuk $> 11,5^\circ\text{C}$ sampai dengan $\leq 13,5^\circ\text{C}$ maka secara otomatis thermostat akan memerintahkan sistem cadangan pertama QKJ02 untuk beroperasi (2x100%) melalui kontaktor K5, demikian pula apabila suhu air masuk sebesar $> 13,5^\circ\text{C}$ maka secara otomatis thermostat akan memerintahkan sistem cadangan kedua QKJ 03 untuk beroperasi (3x100%) melalui kontaktor K6, begitu pula sebaliknya apabila suhu air masuk menurun mencapai batas *setting* maka sistem penyedia air dingin akan secara otomatis mati satu unit dan kembali hanya beroperasi 1 unit (1x100%).

Pengoperasian ke tiga unit penyedia air dingin ini juga dipengaruhi oleh *control flow* yang dipasang pada masing-masing pipa sirkulasi untuk mendeteksi apakah pompa sirkulasi telah beroperasi sehingga apabila pompa sirkulasi tidak beroperasi maka sistem penyedia air dingin ini tidak akan dapat beroperasi walau pun perintah operasi dari K4, K5 dan K6 telah masuk pada sistem kontrol.

Pada panel kontrol ini juga dilengkapi sistem indikasi operasi dan indikasi *foult* seperti ditunjukkan pada Gambar 3. Lampu indikasi QKJ01 kompresor 1 akan menyala apabila K1 aktif dan lampu indikasi QKJ01 kompresor 2 akan menyala apabila K2 aktif sedangkan lampu indikasi *foult* akan menyala apabila K3 aktif, demikian jg untuk QKJ02 dan QKJ03.



Gambar 2. Rangkaian kontrol Sistem Penyedia Air Dingin QKJ01/02/03



Gambar 3. Indikasi Panel kontrol Sistem Penyedia Air Dingin

Uji fungsi

Setelah panel kontrol jadi dan diinstal pada sistem maka dilakukan uji fungsi kinerja sistem yang dimulai dengan *mode basic chiller* 1; 2; 3 dan pada suhu air masuk 16°C sehingga chiller 1; 2; 3

beroperasi semua. Pengukuran pertama dilakukan pada saat ke tiga *chiller* beroperasi yaitu pada suhu 14,5°C, beberapa saat kemudian *chiller* 3 mati dan dilakukan pengukuran pada suhu air masuk dan hasilnya menunjukkan suhu 13,4°C operasi *chiller*

dilanjutkan sampai *chiller* ke 2 mati dan dilakukan pengukuran kembali pada suhu air masuk dan menunjukkan suhu 11,4°C operasi *chiller* dilanjutkan dan beberapa saat kemudian ternyata *chiller* ke 2 beroperasi kembali dan setelah dilakukan pengukuran suhu air masuk menunjukkan suhu 11,6°C. Dari hasil pengujian ini diketahui bahwa beban yang ditanggung oleh *chiller* tidak dapat dipenuhi oleh hanya 1 *chiller*, akan tetapi bila

2 *chiller* yang beroperasi maka pendinginan berlebih sehingga operasi *chiller* ke dua akan hidup-mati dan *chiller* ke 3 tidak pernah beroperasi untuk itu maka pemilihan *mode basic chiller* perlu dilakukan rotasi agar semua *chiller* dapat jam operasi yg seimbang. Uji fungsi ini dilakukan juga pada *mode basic chiller* yang lain dan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Uji Fungsi Operasi Pada QKJ 01/02/03

Pengujian ke-	Mode Setting Suhu	Mode Basic Chiller	Hasil Pengukuran Suhu	Kondisi Chiller	
				ON	OFF
1	> 13,5°C	1 2 3	14,5 °C	1 2 3	
	<13,5°C > 11,5 °C	1 2 3	13,4 °C	1 2	3
	<11,5°C	1 2 3	11,4°C	1	2 3
		1 2 3	11,6°C	1 2	3
2	> 13,5°C	2 3 1	14 °C	2 3 1	
	13,5°C > x > 11,5 °C	2 3 1	13,3 °C	2 3	1
	<11,5°C	2 3 1	11,4 °C	2	3 1
		2 3 1	11,6°C	2 3	1
3	> 13,5°C	3 1 2	14,5 °C	3 1 2	
	13,5°C > x > 11,5 °C	3 1 2	13,4 °C	3 1	2
	<11,5°C	3 1 2	11,3 °C	3	1 2
		3 2 1	11,5°C	3 1	2

Dari Tabel 1, hasil pengujian di atas diketahui bahwa panel kontrol telah dapat mengoperasikan *chiller* secara otomatis dengan bergantung pada suhu air masuk yang dikontrol oleh thermostat yang di *setting* pada suhu <11,5°C *chiller* yang beroperasi 1 unit, pada suhu 11,5°C sampai dengan 13,5°C *chiller* yang beroperasi 2 unit dan pada suhu >13,5°C *chiller* yang beroperasi 3 unit. Beroperasinya ke tiga *chiller* ini juga ditunjukkan oleh lampu indikator yang dipasang pada pintu panel kontrol.

Dari uraian di atas, perbedaan sebelum dan setelah panel otomatis dibuat yaitu pada rangkaian lama, ketiga modul QKJ01/02/03 dioperasikan hanya secara manual dan individual sedangkan pada rangkaian baru, ketiga modul QKJ01/02/03 dioperasikan berdasarkan suhu masukan melalui sensor suhu pada thermostat yang dipasang pada pipa masukan sehingga panel dapat dioperasikan secara otomatis. Pada rangkaian baru ini dilengkapi pula dengan lampu indikator yang berfungsi untuk mengetahui unit QKJ mana yang sedang beroperasi atau unit QKJ yang sedang mengalami gangguan (*fault*).

KESIMPULAN

Kesimpulan dari kegiatan ini yaitu:

1. Hasil uji fungsi dengan menggunakan *mode basic chiller* menunjukkan bahwa pada suhu <11,5°C *chiller* yang beroperasi 1 unit , pada suhu 11,5 °C sampai dengan 13,5 °C *chiller*



a). Panel kontrol b). Lampu Panel kontrol

Gambar 4 . Panel sistem kontrol QKJ01/02/03

yang beroperasi 2 unit dan pada suhu $>13,5$ °C chiller yang beroperasi 3 unit.

2. Dengan beroperasinya lampu indikator yang terpasang pada panel kontrol dan beroperasinya ke tiga *chiller* pada saat uji fungsi berlangsung menunjukkan bahwa panel otomatis sistem penyedia air dingin pada ventilasi zona radiasi menengah RSG-GAS siap digunakan untuk mendukung operasi sistem ventilasi zona radiasi menengah RSG-GAS secara otomatis.

DAFTAR PUSTAKA

1. SENTOT ALIBASYAH HARAHAP, Pusat Pendidikan Dan Latihan BATAN. "Pemeliharaan Sistem Ventilasi, Pelatihan

Perawatan Sistem Bantu Reaktor. PRSG, BATAN. 2012.

2. ANONIMOUS. KUMPULAN DIKTAT PENYEGARAN DAN SUPERVISOR PERAWATAN REAKTOR, PRSG, BATAN 2015
3. ANONIMOUS. MAINTANANCE AND REPAIR MANUAL, INTERATOM 1986
4. ANONIMOUS. PUSAT REAKTOR SERBA GUNA. "Laporan Analisis Keselamatan Reaktor Serba Guna G.A. Siwabessy revisi 9 PRSG Serpong. 2007.