

EVALUASI SISTEM AIR PENDINGIN DI INSTALASI RADIOMETALURGI

Saud Mauli Tua, Tonny Siahaan, Asep Fathudin, Haris Gunawan
Pusat Teknologi Bahan Bakar Nuklir

ABSTRAK

Telah dilakukan evaluasi pada sistem air pendingin di Instalasi Radiometalurgi. Evaluasi ini dilakukan untuk mengetahui kinerja sistem tersebut berkaitan dengan umur pakai dan penurunan bahan yang digunakan. Sistem air pendingin yang digunakan oleh fasilitas laboratorium Radiometalurgi dihasilkan oleh mesin pendingin (*chiller*) lalu dialirkan melalui *heat exchanger* dan dikembalikan ke mesin pendingin. Air pendingin ini digunakan untuk memenuhi kebutuhan proses *Ventilation and Air Conditioning* (VAC), proses pendingin peralatan fasilitas laboratorium radiometalurgi, proses pendingin sistem kompresor dan proses pendingin sistem *demineralized water*. Hasil dari evaluasi ini adalah berdasarkan pengamatan visual dan data *logsheet* operasi selama satu tahun, disimpulkan bahwa telah terjadi penurunan baik bahan maupun komponen dukung yang digunakan. Sehingga perlu dilakukan revitalisasi pada sistem air pendingin secara keseluruhan agar mutu air pendingin untuk fasilitas laboratorium Radiometalurgi menjadi baik.

Kata kunci : air pendingin, proses, Instalasi Radiometalurgi

PENDAHULUAN

Sistem proteksi keselamatan merupakan hal yang penting dalam instalasi nuklir, maka pada umumnya sistem atau komponen yang digunakan sebagai sistem proteksi keselamatan sesuai dengan konsep redundansi, pemisahan, keragaman dan tak tergantung. Sistem ventilasi merupakan salah satu sistem proteksi keselamatan, khususnya terhadap bahaya radiasi interna. Sistem ventilasi sebagaimana fungsinya menyediakan udara segar ke ruangan kerja dan menghisap udara kotor ke sistem pembuangan setelah melalui *filter* HEPA. Selain itu fungsi sistem ventilasi di fasilitas laboratorium Radiometalurgi adalah untuk mengendalikan aliran udara agar kontaminan tidak tersebar ke ruangan yang lebih bersih dan merupakan pengungkung zat radioaktif untuk mengurangi risiko kontaminasi udara di daerah kerja.

Fasilitas laboratorium Instalasi Radiometalurgi (IRM) juga dilengkapi dengan sarana dukung lain yaitu^[1]:

1. Sistem catu energi atau tenaga listrik, baik daya normal maupun daya darurat
2. Catu air pendingin proses, air domestik, udara tekan untuk proses dan udara tekan untuk instrumentasi. Catu air pendingin juga merupakan pendukung utama beroperasinya fasilitas laboratorium Radiometalurgi.

Catu air pendingin yang beroperasi di fasilitas laboratorium Radiometalurgi terdiri dari dua bagian yaitu air pendingin yang digunakan untuk sistem tata udara (VAC) dan untuk air

pendingin (*cooling water*) peralatan laboratorium Radiometalurgi (TG-DTA, SEM-TEM, dll) dan MES (kompresor dan *demineralized water*). Air pendingin yang digunakan untuk sistem tata udara (VAC) didukung oleh tiga unit *chiller*, yaitu unit *chiller* 001, unit *chiller* 002 dan unit *chiller* 003 dan masing-masing unit terdiri dari dua pasang kompresor jenis torak yang terdiri dari:

1. Unit *chiller* 1 yaitu CH 001A (Kompresor sistem 1 dan Kompresor sistem 2); CH 001B (Kompresor sistem 1 dan Kompresor sistem 2).
2. Unit *chiller* 2 yaitu CH 002A (Kompresor sistem 1 dan Kompresor sistem 2); CH 002B (Kompresor sistem 1 dan Kompresor sistem 2).
3. Unit *chiller* 3 yaitu CH 003A (Kompresor sistem 1 dan Kompresor sistem 2); CH 003B (Kompresor sistem 1 dan Kompresor sistem 2).

Sedangkan untuk air pendingin (*cooling water*) peralatan laboratorium Radiometalurgi (TG-DTA, SEM-TEM, dll) dan MES (kompresor dan *demineralized water*) didukung oleh dua unit *chiller* yaitu : unit *chiller* 251 dan unit *chiller* 252 dan masing-masing unit terdiri dari satu pasang kompresor jenis torak yang terdiri dari :

1. Unit *chiller* 251 yaitu CH 251 (Kompresor sistem 1 dan Kompresor sistem 2)
2. Unit *chiller* 252 yaitu CH 252 (Kompresor sistem 1 dan Kompresor sistem 2)

Besarnya kapasitas dan spesifikasi mesin pendingin (*chiller*) yang digunakan oleh fasilitas Radiometalurgi yaitu model YCHA 150 untuk sistem tata udara (VAC) dan model YCHA 100 untuk air pendingin (*cooling water*) peralatan laboratorium Radiometalurgi (TG-DTA, SEM-TEM, dll) dan MES (kompresor dan *demineralized water*). Besarnya kapasitas dan spesifikasi mesin pendingin Instalasi Radiometalurgi dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Kapasitas dan spesifikasi mesin pendingin (*chiller*) merk YORK

MODEL YCHA			100	150
TONS ¹		60 HZ	94,2	140,3
		50 HZ	93,8	141,2
COMPRESSOR KW ¹		60 HZ	115,2	162,1
		50 HZ	155,8	166,6
NO. OF REFRIG. CIRCUITS			1	2
COMPRESSOR				
MODEL	60 HZ	SYS. 1	JS83E-S	JS63E-P
		SYS. 2	-	JS63E-P
	50 HZ	SYS. 1	JS84E-T	JS64E-S
		SYS. 2		JS64E-S
CAPACITY CONTROL %	STD	SYS. 1	100.75.50.25	100.67.50.17
		LEAD		
		SYS. 2	-	100.67.50.17
	OPT.	SYS. 1	-	100.83.67.50.33.17
		LEAD		
		SYS. 2	-	100.83.67.50.33.17
OIL CHARGE (GALS)				
			SYS. 1	3
			SYS. 2	3
CONDENSER – DWP 450 PSIG				
NO. OF FANS (30" DIA. DIRECT DRIVE)			4	8

CFM (EACH)	60 HZ	11.000	11.000	
	50 HZ	11.000	11.000	
COOLER – DUAL CIRCUITED				
DWP – 235 PSIG REF. SIDE				
150 PSIG WATER SIDE				
DIA. X LENGTH		14" X 7"	14" X 7"	
WATER VOLUME (GALS)		31	33	
GPM	MIN.	120	120	
	MAX.	550	580	
WEIGHTS (LBS)	SHIPPING	ALUM. FINS	8335	10.870
		COPPER FINS	9935	12.970
	OPERATING	ALUM. FINS	8575	11.260
		COPPER FINS	10.176	13.360
REFRIG.	SYS. 1	135	116	
CHARGE (LBS. R.22)	SYS. 2	-	116	

Desain awal pembangunan Instalasi Radiometalurgi terdiri atas material dan bahan yang memenuhi persyaratan khusus sehingga operasional Instalasi Radiometalurgi dapat dilakukan dengan aman dan selamat terhadap potensi bahaya yang dapat timbul akibat pengoperasiannya. Dari dokumen diketahui bahwa saat pekerjaan instalasi pemasangan chiller dan pemipaan air pendingin semua menggunakan bahan dan material yang baik dan tersertifikasi, artinya bahwa semua bahan dan material yang digunakan sudah memenuhi prosedur dan pengujian yang dipersyaratkan oleh BATAN.

Dari hasil evaluasi yang dilakukan pada sistem air pendingin saat ini diketahui bahwa telah terjadi penurunan pada bahan maupun material dan mutu air pendingin. hal ini dapat diketahui dari inspeksi langsung ke lapangan dimana ditemukan banyak kerusakan pada pipa distribusi, selain itu telah terjadi kerusakan permanen pada mesin pendingin (*chiller*) dan penurunan kemampuan pompa sirkulasi sehingga mengakibatkan suhu air pendingin yang dihasilkan menjadi kurang baik. Perlu dilakukan revitalisasi pada sistem air pendingin fasilitas IRM agar suhu air pendingin menjadi lebih baik dan memenuhi kebutuhan air pendingin laboratorium dan VAC.

TEORI

Proses produksi pada dunia industri pada umumnya menggunakan sistem air pendingin untuk efisiensi dan operasi yang baik. Air pendingin pada sistem pendingin digunakan untuk mengontrol suhu dan tekanan dengan cara memindahkan panas dari fluida proses ke air pendingin kemudian panas tersebut dibuang melalui peralatan lain, seperti dengan alat penukar panas. Secara prinsip, sistem air pendingin utama siklus tertutup menggunakan media yang sama secara berulang dalam sirkulasi tertutup. Sistem siklus tertutup merupakan solusi terhadap tersedianya jumlah air yang terbatas, karena air sebagai pendingin dipakai berulang-ulang dan kehilangan air pendingin relatif sedikit.

Sistem air pendingin adalah suatu rangkaian untuk mengatasi terjadinya panas yang berlebihan pada mesin/peralatan agar dapat bekerja secara stabil. Sistem pendingin

yang digunakan sebagian besar menggunakan air sebagai media pendingin yang digunakan untuk penghilangan panas dan tidak kontak langsung dengan bahan baku, produk antara dan produk.

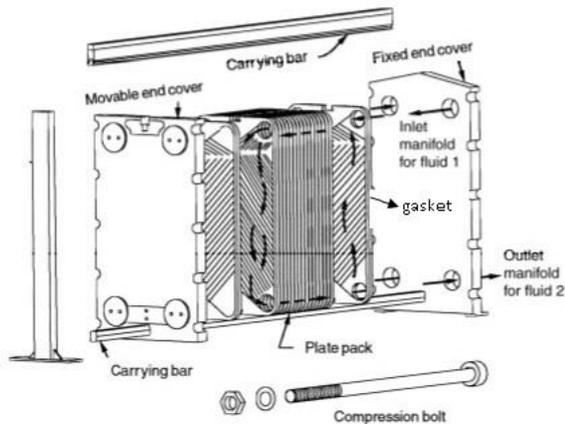
Ada beberapa persyaratan media (air) yang digunakan sebagai pendingin antara lain:

1. Air harus bersih; tidak terdapat partikel kasar (batu, kerikil), partikel halus (pasir, tanah, lumut, mikroba dan zat-zat organik.) yang dapat menyebabkan air kotor.
2. Tidak menyebabkan korosi; Korosi adalah proses elektrokimia dimana logam kembali ke bentuk alaminya sebagai oksida. Kerugian yang ditimbulkan oleh korosi pada sistem air pendingin adalah penyumbatan dan kerusakan pada sistem perpipaan. Faktor utama yang mempengaruhi terjadinya korosi adalah kondisi air pendingin itu sendiri terdapat: Oksigen atau *dissolved gas* yang lain, *suspended solid*, *alkalinitas* (pH), suhu, aktifitas mikroba)
3. Tidak mengandung bahan anorganik yang dapat mengganggu proses pertukaran panas pada sistem pendingin maupun merubah komposisi air karena bereaksi akibat perubahan suhu air.

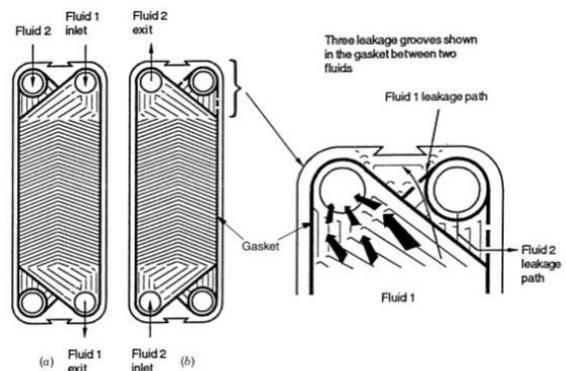
Penukar panas atau *Heat Exchanger* (HE) adalah suatu alat yang berfungsi untuk mentransfer energi panas (*entalpi*) antara dua atau lebih *fluida*, antara permukaan padat dengan *fluida*, atau antara partikel padat dengan *fluida*, pada temperatur yang berbeda serta terjadi kontak termal dan bisa berfungsi sebagai pemanas maupun sebagai pendingin. HE dapat pula berfungsi sebagai alat pembuang panas, alat sterilisasi, pesterisasi, pemisahan campuran, distilasi (pemurnian, ekstraksi), pembentukan konsentrat, kristalisasi, atau juga untuk mengontrol sebuah proses *fluida*. Penukar panas dirancang agar proses perpindahan panas antar *fluida* dapat berlangsung secara efisien. Pertukaran panas terjadi karena adanya kontak, baik antara *fluida* terdapat dinding yang memisahkannya maupun keduanya bercampur langsung begitu saja. Semakin luas bidang kontak total yang dimiliki oleh HE tersebut, maka akan semakin tinggi nilai efisiensi perpindahan panasnya. HE sangat luas dipakai dalam industri seperti kilang minyak, pabrik kimia maupun petrokimia, industri gas alam, *refrigerasi*, pembangkit listrik. Salah satu contoh sederhana dari alat penukar panas adalah radiator mobil di mana cairan pendingin memindahkan panas mesin ke udara sekitar. Biasanya, media yang digunakan sebagai pemanas adalah uap panas dari mesin uap (*boiler*) dan media yang digunakan sebagai pendingin adalah air yang telah dikondisikan oleh mesin pendingin (*chiller*).

HE tipe pelat dengan gasket termasuk tipe yang banyak dipergunakan pada dunia industri yang dapat digunakan sebagai pendingin air, pendingin oli, dan sebagainya.

Prinsip kerjanya adalah aliran dua atau lebih fluida kerja diatur oleh adanya gasket yang didesain agar masing-masing fluida dapat mengalir di pelat yang berbeda (lihat Gambar 1).



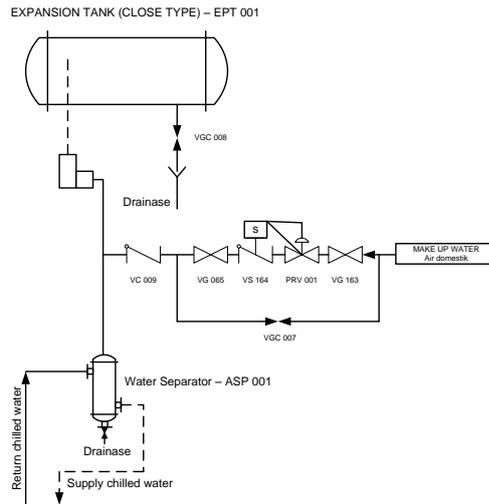
Gambar 1. Konstruksi HE tipe pelat



Gambar 2. Desain HE tipe pelat

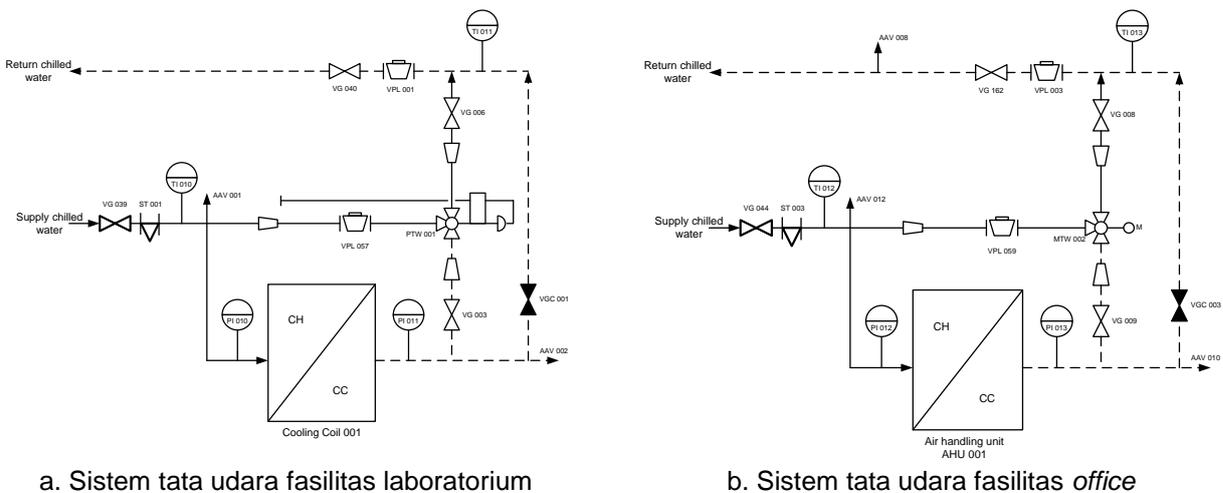
HE tipe ini menggunakan pelat tipis sebagai komponen utamanya. Pelat yang digunakan dapat berbentuk polos ataupun bergelombang sesuai dengan desain yang dikembangkan. Prinsip kerjanya adalah aliran dua atau lebih fluida kerja diatur oleh adanya gasket yang didesain agar masing-masing fluida dapat mengalir di pelat yang berbeda. Gasket berfungsi sebagai pembagi aliran *fluida* agar dapat mengalir ke pelat secara berselang-seling. Gambar 2 menunjukkan desain gasket sehingga di satu sisi pelat fluida 1 masuk ke area pelat (a), sedangkan gasket yang lain mengarahkan fluida 2 agar masuk ke sisi pelat (b).

Berdasarkan desain awal, proses air pendingin (*cooling water*) untuk sistem tata udara (VAC) di IRM adalah sebagai berikut: proses air dingin (*chilled water*) dengan sistem siklus tertutup, artinya air/media yang digunakan melalui siklus yang berulang-ulang. Jika tekanan berkurang akibat kebocoran, maka air akan ditambahkan dari air domestik melalui *expansion tank* (EPT 001) dan *water separator* (ASP 001) (lihat Gambar 3).



Gambar 3. Diagram garis pasokan air domestik melalui *expansion tank* (EPT 001) dan *water separator* (ASP 001)

Air domestik lalu masuk ke *header input* dan dipompa oleh pompa sirkulasi (PU 001; PU 002; PU 003; PU 004) melalui *header output* dan di distribusikan ke unit mesin pendingin (*chiller unit*) yaitu unit CH 001; CH 002; CH 003. Disini air dikondisikan menjadi air dingin (*chilled water*) dengan besaran keluaran suhu dari *cooler chiller* sebesar $\pm 6\text{ }^{\circ}\text{C}$, lalu air dingin (*chilled water*) tersebut dialirkan ke penukar panas *Cooling Coil* (CC 001) untuk pasokan udara segar fasilitas laboratorium dan ke penukar panas untuk pasokan udara segar fasilitas perkantoran yaitu *Air Handling Unit* (AHU 001) juga *boster pump* (PU 005; PU 006) sebagai pemasok air dingin (*chilled water*) ke *Fan Coil Unit* (FCU) ruang *office*, lalu air dingin (*chilled water*) dikembalikan ke air separator (ASP 001) dan itu selalu berulang-ulang (sirkulasi tertutup). Semua sirkulasi ini didukung oleh sistem pengaman mekanik dan elektrik (lihat gambar 4).



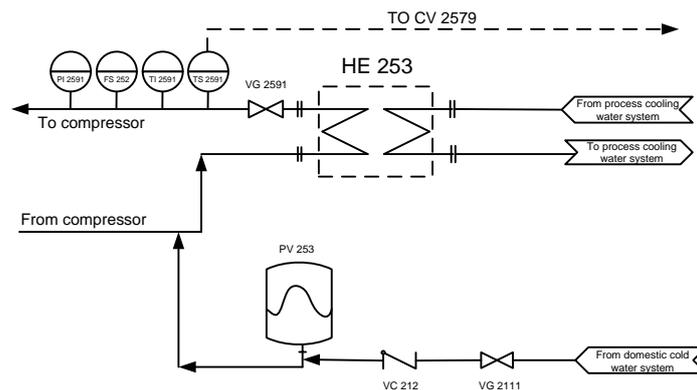
a. Sistem tata udara fasilitas laboratorium

b. Sistem tata udara fasilitas office

Gambar 4. Diagram garis pasokan air domestik Proses air pendingin (*cooling water*)

ini dilengkapi dengan sistem penyeimbang pada *Pressure Vessel tipe membrane* (PV 252) yang berfungsi sebagai penampung air dan untuk menyeimbangkan tekanan air artinya jika pemakaian sedikit maka *membrane* akan menggelembung begitu sebaliknya jika pemakaian banyak maka *membrane* akan mengempis sehingga tekanan air di saluran distribusi akan lebih stabil/konstan sehingga peralatan yang menggunakan air pendingin (*cooling water*) tetap beroperasi dengan stabil. Semua itu diatur dan diamankan oleh sistem mekanik dan elektrik. Jika terjadi tekanan turun atau tidak ada aliran pada sistem distribusi maka *Flow Switch Alarm* (FSA 251) akan bekerja dan mematikan pompa sirkulasi yang beroperasi. Lalu setelah air pendingin (*cooling water*) digunakan maka akan dikembalikan (sirkulasi) ke HE 251 dengan sirkulasi tertutup.

- b. Proses air pendingin (*cooling water*) MES (kompresor dan *demineralized water*) Pendingin kompresor, melalui HE 253, air dingin (*chilled water*) yang telah digunakan dikembalikan (sirkulasi) ke mesin pendingin dengan sirkulasi tertutup (Gambar 6).

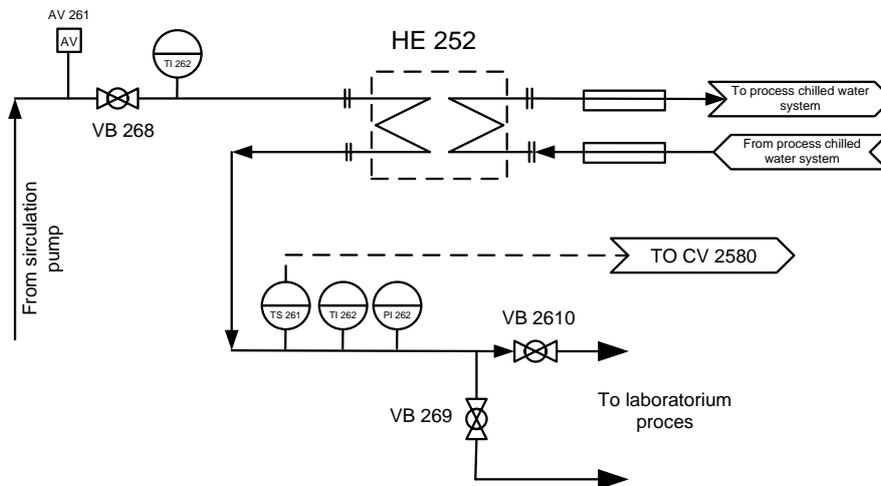


Gambar 6. Diagram garis proses penukar panas (HE 253) untuk Proses air pendingin (*cooling water*) kompresor

Hasil dari pertukaran panas (HE 253) adalah air pendingin (*cooling water*) yang telah dikondisikan sebesar ± 12 °C lalu dialirkan dengan menggunakan pompa sirkulasi (PU 253; PU 254; PU 255) dengan memutar *selector switch* (SS 257) untuk PU 253 dan *selector switch* (SS 258) untuk PU 254 dan *selector switch* (SS 259) untuk PU 255. Air pendingin (*cooling water*) didistribusikan ke peralatan kompresor (CO 230; CO 231; CO 232) melalui penukar panas (*water cooler*) yang dilengkapi dengan sistem balance pada *pressure vessel* tipe membran (PV 253) yang berfungsi sebagai penampung air dan untuk menyeimbangkan tekanan air. Dengan demikian jika pemakaian sedikit maka membran akan menggelembung

begitu sebaliknya jika pemakaian banyak maka *membrane* akan mengempis sehingga tekanan air di saluran distribusi akan lebih stabil/konstan sehingga peralatan yang menggunakan air pendingin (*cooling water*) tetap beroperasi dengan stabil. Semua itu diatur dan diamankan oleh sistem mekanik dan elektrik. Jika terjadi tekanan turun atau tidak ada aliran pada sistem distribusi maka *flow switch* (FS 252) akan bekerja dan mematikan kompresor yang beroperasi melalui panel kontrol dan bila ada gangguan pada proses air dingin (*chiller water*), maka kompresor juga akan menghentikan operasinya dengan menutupnya *control valve* (CV 2577). Temperatur aliran air pendingin (*cooling water*) dikendalikan oleh *Temperature Switch* (TS 2591) dan sekaligus akan mengendalikan *control valve* (CV 2578) untuk *bypass* aliran air dingin (*chiller water*) dari HE 253 ke pipa *return chiller*.

Pendingin *demineralized water*. Melalui HE 252 air dingin (*chiller water*) digunakan untuk mendinginkan hasil air *demineral* sampai dengan suhu 22 °C lalu air dingin (*chiller water*) yang telah digunakan dikembalikan (sirkulasi) ke mesin pendingin (*chiller*) dengan sirkulasi tertutup (lihat gambar 7).



Gambar 7. Diagram garis proses penukar panas (HE 252) untuk Proses air pendingin (*cooling water*) *demineralized water*

Hasil dari HE 252 adalah air *demineral* dingin yang telah dikondisikan sebesar ± 22 °C lalu didistribusikan ke peralatan proses laboratorium (*photo-lab; AAS-lab; thermo-lab; deco caisson*; dan lainnya) yang dilengkapi dengan sistem penyeimbang pada *pressure vessel* tipe membran (PV 262) yang berfungsi sebagai penampung air *demineral* dan untuk menyeimbangkan tekanan air artinya jika pemakaian sedikit maka membran akan menggelembung begitu sebaliknya jika pemakaian banyak maka membran akan

mengempis sehingga tekanan air *demineral* di saluran distribusi akan lebih stabil/konstan sehingga peralatan yang menggunakan air dingin *demineral* tetap beroperasi dengan stabil.

Proses air pendingin (*cooling water*) peralatan laboratorium IRM (TG-DTA, SEM-TEM, dan lainnya) dan MES (kompresor dan *demineralized water*) ini dikontrol oleh *control valve* (CV 2582) yang berfungsi untuk mem-*bypass* antara pasokan (*input*) dan pipa kembali (*output*) air dingin (*chiller water*). Jika salah satu *chiller* (CH 251/ CH 252) mengalami kegagalan dalam operasinya, maka melalui panel kontrol (LVSDB-MES; PA 306) pompa sirkulasi (PU 256; PU 257) akan dimatikan oleh katup kontrol (CV 2575; CV 2575). Aliran juga dikontrol oleh FSA 2575 akan bekerja dan mematikan pompa sirkulasi yang beroperasi.

Kelengkapan pengaman mekanik dan elektrik proses air pendingin (*cooling water*) dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Sebagian kelengkapan pengaman mekanik dan elektrik proses air pendingin (*cooling water*)

NO.	NAMA ALAT	SPESIFIKASI	KONDISI ALAT	KETERANGAN
1.	<i>pressure vessel</i>	tipe membran	baik	
2.	<i>Temperatur controller</i>	manual	baik	
3.	<i>Temperatur indikator</i>	Tipe analog	baik	
4.	<i>Flow switch</i>	-	baik	
5.	<i>Selector switch</i>	-	baik	

6.	<i>Check valve</i>	-	baik	
7.	<i>Control valve</i>	-	baik	
8.	<i>Gate valve</i>	-	baik	
9.	<i>Automatic valve / venting</i>	-	baik	
10.	<i>Vessel</i>	-	baik	
11.	Panel kontrol	-	baik	
12.	Sistem instalasi pengendali pompa	-	baik	

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan kondisi saat ini dari hasil pengamatan secara langsung (*visual*) dan berdasarkan data logbook operasi diketahui bahwa telah terjadi penurunan kualitas air dingin (*chiller water*) sehingga mempengaruhi juga kualitas air pendingin (*cooling water*) yang akan digunakan proses air pendingin (*cooling water*) untuk sistem tata udara (VAC)

dan proses air pendingin (*cooling water*) peralatan laboratorium Radiometalurgi dan MES. Hal ini disebabkan oleh banyaknya perangkat dukung dan perangkat pengaman (mekanik; elektrik) yang telah mengalami kerusakan, baik kerusakan ringan maupun kerusakan permanen.

Hasil dari pengamatan secara langsung (*visual*) berdasarkan kondisi saat ini dapat dilihat pada tabel 3

Tabel 3. Pengamatan secara langsung (*visual*) berdasarkan kondisi saat ini proses air pendingin (*cooling water*) untuk sistem tata udara (VAC)

NO.	NAMA ALAT	SPEKIFIKASI	KONDISI ALAT	KETERANGAN
1.	<i>Water separator</i> (ASP 001)	-	kerusakan ringan	
2.	Dudukan pipa distribusi air dingin (<i>chiller water</i>)		kerusakan ringan	
3.	Penukar panas <i>cooling coil</i> (CC 001)		kerusakan ringan	
4.	Saluran kembali dari <i>cooling coil</i>		kerusakan ringan	
5.	<i>Flange joint</i>		kerusakan ringan	

6.	Dudukan <i>expansion tank</i> (EPT 001)		kerusakan ringan	
7.	Kompresor <i>chiller</i> CH 003	-	kerusakan permanen	
8.	Panel <i>chiller</i> CH 003		kerusakan permanen	
9.	<i>Fan condensor chiller</i> CH 003		kerusakan permanen	
10.	<i>Evaporator chiller</i> CH 003		kerusakan permanen	

Tabel 4. Pengamatan secara langsung (*visual*) berdasarkan kondisi saat ini proses air pendingin (*cooling water*) peralatan laboratorium Radiometalurgi dan MES

NO.	NAMA ALAT	SPEKIFIKASI	KONDISI ALAT	KETERANGAN
1.	Pompa sirkulasi <i>compressor</i> (PU 254)	-	kerusakan ringan	
2.	Penukar panas <i>compressor</i> (HE 253)		kerusakan ringan	

3.	Panel <i>chiller</i>		kerusakan ringan	
4.	<i>Control valve compressor</i>		kerusakan ringan	
5.	Kondisi <i>chiller</i> CH 251; CH 252		kerusakan permanen	
6.	Kondisi kondensor <i>chiller</i> CH 251; CH 252		kerusakan permanen	
7.	Kondisi alat demineralized water		kerusakan permanen	
8.	Tangki demineralized water		kerusakan permanen	

9.	Kondisi control valve <i>demineralized water</i>		kerusakan permanen	
10.	Kondisi HE 252 <i>demineralized water</i>		kerusakan permanen	

Pengamatan secara langsung dilakukan untuk mengetahui secara nyata kondisi terakhir peralatan. Banyak komponen utama dan komponen pendukung dari sistem distribusi dan sistem pengaman mekanik dan elektrik yang telah mengalami kerusakan ringan maupun permanen. Untuk proses air pendingin (*cooling water*) untuk sistem tata udara (VAC) kerusakan permanen terjadi pada unit *chiller* (CH 003) yaitu CH 003A terdiri dari : Kompresor sistem 1 dan Kompresor sistem 2 dan CH 003B terdiri dari : Kompresor sistem 1 dan Kompresor sistem 2, berarti ada 4 buah kompresor yang telah dinyatakan rusak permanen.

Diketahui bahwa air pendingin yang digunakan untuk sistem tata udara (VAC) didukung oleh tiga unit *chiller* yaitu unit *chiller* 001, unit *chiller* 002 dan unit *chiller* 003 dan masing-masing unit terdiri dari dua pasang kompresor jenis torak yang terdiri dari :

1. Unit *chiller* 1 yaitu CH 001A (Kompresor sistem 1 dan Kompresor sistem 2); CH 001B (Kompresor sistem 1 dan Kompresor sistem 2).
2. Unit *chiller* 2 yaitu CH 002A (Kompresor sistem 1 dan Kompresor sistem 2); CH 002B (Kompresor sistem 1 dan Kompresor sistem 2).
3. Unit *chiller* 1 yaitu CH 003A (Kompresor sistem 1 dan Kompresor sistem 2); CH 003B (Kompresor sistem 1 dan Kompresor sistem 2).

Jika unit *chiller* 003 telah dinyatakan rusak permanen, maka hanya tersisa unit *chiller* 001, unit *chiller* 002, sehingga hanya 8 buah kompresor yang dapat dioepasikan. Dari 8 unit kompresor yang masih tersisa ada beberapa yang harus dirawat dengan intensif karena memang kondisi kompresor *chiller* yang sudah aus dan sirip kondensor yang rapuh.

Kompresor *chiller*Sirip kondensor *chiller*

Perawatan intensif kondensor

Gambar 8. Keadaan kondisi terkini *chiller* sistem tata udara (VAC)

Selain *chiller*, ada komponen utama yang sangat penting dan mendukung terlaksananya kegiatan operasi laboratorium Radiometalurgi yaitu penukar panas *cooling coil* (CC 001), komponen ini adalah alat penukar panas untuk pasokan udara segar laboratorium Radiometalurgi. Kondisinya saat ini juga sangat tidak baik, setiap tahun terjadi kebocoran pada *header*-nya sehingga mengakibatkan banjir pada lantai basement dan tidak beroperasinya *blower* pasokan udara segar (SF 001/SF 002) untuk laboratorium Radiometalurgi sehingga di laboratorium tidak boleh ada kegiatan.

Gambar 9. Keadaan penukar panas *cooling coil* (CC 001) dan genangan air akibat kebocoran *header*

Untuk proses air pendingin (*cooling water*) peralatan laboratorium Radiometalurgi dan MES kerusakan permanen komponen utama terjadi juga pada *chiller* dan *demineralized water*. Diketahui bahwa untuk air pendingin (*cooling water*) peralatan laboratorium Radiometalurgi (TG-DTA, SEM-TEM, dll) dan MES (kompresor dan *demineralized*) didukung oleh dua unit *chiller* yaitu : unit *chiller* 251 dan unit *chiller* 252 dan masing-masing unit terdiri dari satu pasang kompresor jenis torak yang terdiri dari :

1. Unit *chiller* 251 yaitu CH 251 (Kompresor sistem 1 dan Kompresor sistem 2)
2. Unit *chiller* 252 yaitu CH 252 (Kompresor sistem 1 dan Kompresor sistem 2)

Telah ditetapkan bahwa unit *chiller* 251 dan unit *chiller* 252 telah dinyatakan rusak permanen sehingga air dingin (*chilled water*) untuk proses air pendingin (*cooling water*) peralatan laboratorium Radiometalurgi (TG-DTA, SEM-TEM, dll) dan MES (kompresor dan

demineralized) dialihkan ke air dingin (*chilled water*) proses air pendingin (*cooling water*) untuk sistem tata udara (VAC). Hal inilah yang menyebabkan semakin besarnya beban *chiller* untuk sistem tata udara (VAC).



Gambar 10. Keadaan kondisi terkini unit *chiller* untuk proses air pendingin (*cooling water*) peralatan laboratorium Radiometalurgi dan MES

Dari 8 buah kompresor untuk sistem tata udara (VAC) yang masih tersisa, *chiller* ini juga harus bekerja untuk sistem proses air pendingin (*cooling water*) peralatan laboratorium Radiometalurgi dan MES, sehingga air dingin (*chilled water*) yang dihasilkan untuk proses air pendingin (*cooling water*) menjadi sangat berkurang kualitasnya. Untuk komponen utama lainnya adalah *demineralized water*, alat ini juga telah dinyatakan rusak permanen dan telah dilakukan pembongkaran.



Gambar 11. Keadaan kondisi terkini alat *demineralized water*

Selain komponen utama, ada juga komponen pendukung yang telah dinyatakan rusak permanen yaitu sistem balance pada *pressure vessel* tipe membran, komponen pendukung ini berfungsi sebagai penampung dan juga penyeimbang tekanan pada distribusi air pendingin (*cooling water*). Artinya jika pemakaian sedikit maka *membrane* akan menggelembung begitu sebaliknya jika pemakaian banyak maka membran akan mengempis sehingga tekanan air pendingin (*cooling water*) di saluran distribusi akan lebih stabil/konstan sehingga peralatan yang menggunakan air pendingin (*cooling water*) tetap beroperasi dengan stabil.



Gambar 12. Penampung air pendingin (*cooling water*), *pressure vessel type membrane*

Oleh karena sistem penyeimbang pada *pressure vessel* tipe membran telah dinyatakan rusak permanen, maka tidak ada lagi sistem penyeimbang tekanan pada distribusi air pendingin (*cooling water*) peralatan laboratorium IRM (TG-DTA, SEM-TEM, dll) dan MES (kompresor dan *demineralized*) sehingga jika pemakaian sedikit, tekanan air akan naik dan jika pemakaian banyak maka tekanan akan turun. Turun atau naiknya tekanan pada distribusi air pendingin (*cooling water*) bisa berubah-ubah secara drastis, sehingga jika peralatan laboratorium IRM (TG-DTA, SEM-TEM, dan lainnya) sensitif terhadap kenaikan temperatur yang disebabkan pendinginannya tidak stabil, maka operasinya akan terganggu dan dapat mengakibatkan kerusakan.

Selain komponen pendukung sistem penyeimbang pada *pressure vessel* tipe membran yang dinyatakan rusak permanen, komponen lain yang dinyatakan telah rusak permanen adalah:

1. *Flow switch alarm* (FSA 251) untuk proses air pendingin (*cooling water*) peralatan laboratorium IRM. Alat ini berfungsi sebagai pengaman aliran air pendingin (*cooling water*). Alat ini akan bekerja jika aliran air pendingin (*cooling water*) berkurang atau tidak ada aliran, lalu mematikan pompa sirkulasi yang beroperasi.
2. *Flow switch alarm* (FSA 2575) untuk proses air dingin (*chilled water*) unit *chiller* 251 dan unit *chiller* 252. Alat ini berfungsi sebagai pengaman aliran air dingin (*chilled water*). Alat ini akan bekerja jika aliran air dingin (*chilled water*) berkurang atau tidak ada aliran, lalu mematikan pompa sirkulasi yang beroperasi.
3. *Control valve* (CV 2582) untuk proses air dingin (*chilled water*) unit *chiller* 251 dan unit *chiller* 252. Alat ini berfungsi untuk *bypass* antara pasokan (*input*) dan pipa kembali (*output*) air dingin (*chilled water*).

Dari hasil pengamatan data *logsheet* pengoperasian peralatan VAC dan *chiller* fasilitas IRM selama satu tahun 2017, secara keseluruhan dapat diambil rata-rata bahwa

suhu keluar air dingin (*chilled water*) yang dihasilkan dari proses *chiller* pada kondisi operasi normal (3 unit *chiller* beroperasi dan 1 *standby*) adalah sebesar ± 12 °C (desain awal adalah ± 6 °C) dan suhu kembali air dingin (*chilled water*) setelah digunakan adalah sebesar ± 18 °C (desain awal adalah ± 10 °C). Dari data ini dapat diketahui bahwa telah terjadi peningkatan suhu air dingin (*chilled water*) yang dihasilkan oleh unit *chiller* sebesar separuh dari desain awal beroperasi sehingga mempengaruhi kualitas air pendingin (*cooling water*) yang digunakan untuk proses air pendingin (*cooling water*) untuk sistem tata udara (VAC) dan proses air pendingin (*cooling water*) peralatan laboratorium IRM juga MES. Perlu dilakukan *revitalisasi* secara keseluruhan baik komponen utama maupun komponen pendukung, untuk dapat menghasilkan proses air pendingin (*cooling water*) dengan kualitas yang baik dan keamanan yang handal.

KESIMPULAN

Disain awal sistem air dingin (*chilled water*) di IRM terdiri atas 2 proses yaitu (lihat lampiran 1):

1. Proses air dingin (*chilled water*) yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan air pendingin (*cooling water*) peralatan laboratorium IRM (seperti TG-DTA, SEM-TEM, dan lainnya) dan MES (seperti kompresor dan *demineralized*)
2. Proses air dingin (*chilled water*) yang digunakan untuk sistem tata udara (VAC).

Sistem air pendingin Instalasi Radiometalurgi didukung komponen utama dan komponen pendukung (sistem pengaman mekanik dan elektrik), yang sebagian besar telah mengalami kerusakan ringan dan kerusakan permanen. Akibat kerusakan permanen pada unit *chiller* 003, unit *chiller* 251 dan unit *chiller* 252 maka semua peralatan yang menggunakan air pendingin (*cooling water*) di dalam proses penukar panas (HE), menggunakan air dingin (*chilled water*) dari proses unit *chiller* 001 dan unit *chiller* 002 yang berjumlah 8 kompresor. (lihat lampiran 2). Hal ini mengakibatkan terjadinya peningkatan suhu sebesar separuh dari desain awal ($\Delta 6$ °C) pada keluaran air dingin (*chilled water*) dari proses unit *chiller* yang beroperasi. Perlu dilakukan *revitalisasi* secara keseluruhan baik komponen utama maupun komponen pendukung, untuk dapat menghasilkan proses air pendingin (*cooling water*) dengan kualitas yang baik dan keamanan yang andal.

DAFTAR PUSTAKA

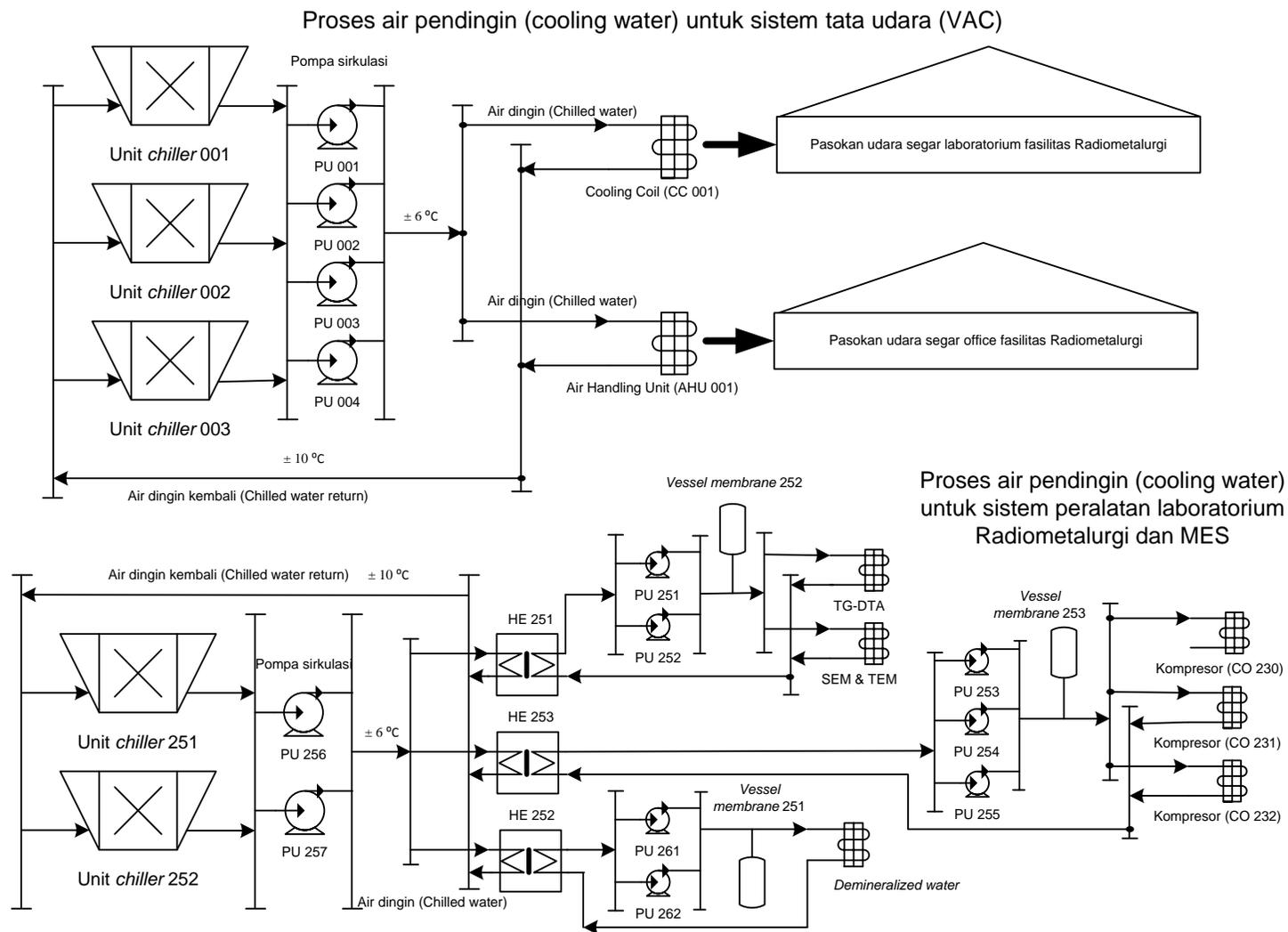
1. PTBN, Laporan Analisis Keselamatan IRM, No. Dok. KK32J09001 Rev. 0, 2011.
2. *Manual book (operation, maintenance), Packaged liquid chillers- air cooled reciprocating hermetic*, YORK model: YCHA 100 dan YCHA 150.

3. *Anonym, Blue print drawing : compressed air system; project: Radio Metallurgy Installation, 1987*
4. *Anonym, Blue print drawing : Chilled water system PID; project: Radio Metallurgy Installation, 1987*
5. *Anonym, Blue print drawing : Process cooling water system; project: Radio Metallurgy Installation, 1987*
6. *Anonym, Blue print drawing : Demineralized water system; project: Radio Metallurgy Installation, 1987*
7. Ir. Antonio Gogo, Pelatihan Operator dan Supervisor Instalasi Radiometalurgi, 2015

LAMPIRAN

1. Lampiran 1. Disain awal proses air dingin (*chilled water*) fasilitas Instalasi Radiometalurgi.
2. Lampiran 2. Kondisi saat ini proses air dingin (*chilled water*) fasilitas Instalasi Radiometalurgi.

Lampiran 1. Disain awal proses air dingin (*chilled water*) fasilitas Instalasi Radiometalurgi



Lampiran 2. Kondisi saat ini proses air dingin (*chilled water*) fasilitas Instalasi Radiometalurgi

Proses air pendingin (cooling water) untuk sistem tata udara (VAC)

