

## PENURUNAN KINERJA AIR HANDLING UNIT SYSTEM DI INSTALASI PENGELOLAAN LIMBAH RADIOAKTIF AKIBAT KOROSI PADA COOLING COIL HEADER

Arifin Istavara, Jonner Sitompul, Sugianto, Suparno, Sri Maryanto

Pusat Teknologi Limbah Radioaktif – BATAN

[istavara@batan.go.id](mailto:istavara@batan.go.id)

### ABSTRAK

**PENURUNAN KINERJA AIR HANDLING UNIT SYSTEM DI INSTALASI PENGELOLAAN LIMBAH RADIOAKTIF AKIBAT KOROSI PADA COOLING COIL HEADER.** Proses pendinginan sangat penting dalam pengolahan limbah radioaktif, pada instalasi pengelolaan limbah radioaktif (IPLR) pendinginan digunakan untuk ruang instalasi, perkantoran dan kebutuhan proses pengolahan yang dipersyaratkan. Pengamatan bertujuan untuk mengetahui kinerja sistem AHU. Pemantauan dilakukan selama tahun 2017 dan diperoleh hasil layanan yang memenuhi mutu persyaratan IPLR, yaitu rata-rata dalam satu tahun ruang tipe A 23.15 °C, tipe B 23.46 °C, tipe C 24.08 °C. Korosi menyebabkan kebocoran air pendingin pada *cooling coil header*, sehingga unjuk kerja *Air Handling Unit* menurun dari bulan Agustus, kerugian yang timbul akibat kebocoran AHU ada lima aspek kerugian yaitu energi, media, umur pakai alat, keselamatan dan layanan, status saat ini dalam pengajuan perbaikan.

Kata kunci : *AHU, cooling coil header, korosi*

### ABSTRACT

**PERFORMANCE DECLINES OF AIR HANDLING UNIT SYSTEM IN RADIOACTIVE WASTE MANAGEMENT INSTALLATION DUE TO CONSEQUENCES OF CORROSION ON COOLING COIL HEADER.** The cooling process is very important in the processing of radioactive waste, the radioactive waste management installations (IPLR) is used for cooling installations, offices and processing needs required. The objective of data is to monitoring performance AHU system. The monitoring was conducted during 2017 and the results of service meet the quality requirement IPLR, average in one year type region A 23.15 °C, type B 23.46 °C, type C 24.08 °C. Corrosion causes leakage of cooling water in the cooling coil headers, with the result that the performance of the Air Handling Unit declined from August, losses arising from AHU leaks have five aspects of loss are energy, media, life time instrument, safety and service, time in the filings improvement.

Key word : *AHU, cooling coil header, corrosion*

### PENDAHULUAN

Layanan pada Sub Bidang Fasilitas Proses penyedia media dan energi pendukung di instalasi pengolahan limbah radioaktif (IPLR) berperan penting. Media dan energi pendukung tersebut berupa sistem kelistrikan, udara bertekanan, *steam/ uap* panas bertekanan, air bebas mineral, air baku dan sistem tata udara. Ada sebelas sistem pendukung utama dan salah satunya adalah *chiller water system* dan *Air Handling Unit* (AHU) dari bagian *VAC and Off Gas system* yang digunakan secara umum untuk proses pendinginan tata udara dan kebutuhan pengolahan. Proses pendinginan sangat penting dalam pengolahan limbah radioaktif, pada instalasi pengelolaan limbah radioaktif pendinginan digunakan untuk ruang instalasi, perkantoran dan kebutuhan proses pengolahan yang dipersyaratkan.

Proses pendinginan didukung oleh *chiller water system* dan *air handling unit system* yang beroperasi bersamaan dan saling berkaitan untuk hasil mutu unjuk kerjanya. Pemantauan dan pengambilan data dilakukan pada sistem pendingin di ruang IPLR. Kegiatan ini dilakukan untuk mengevaluasi unjuk kerja sistem pendingin setiap tahun, mengingat sistem-sistem yang beroperasi sudah mengalami penuaan serta mempermudah penanganan saat terjadi ketidak sesuaian saat operasi dan sebagai bahan pertimbangan saat dilakukan perbaikan.

### DASAR TEORI

#### Karakteristik Mesin Pendingin

*Chiller* adalah mesin pendingin yang digunakan untuk mendinginkan air sebagai media pendingin. *Chiller* terdiri dari beberapa komponen yang terintegrasi yaitu: *compressor, condensor,*

*cooler fan*, *expansion valve* dan *evaporator* [1]. Untuk mendistribusikan air dingin dari *chiller* digunakan pompa-pompa distribusi. temperatur air yang didistribusikan berkisar 4 - 7 °C dan dikirim ke beban-beban pendingin, yaitu *cooling coil* pada *AHU*, *evaporasi*, *insenerasi* dan *cooling tower*. Beban pendinginan total dari *water chiller* adalah besarnya kalor yang diterima refrigeran pertama dari refrigeran kedua, untuk memenuhi kebutuhan sistem pendingin PTLR mempunyai 4 (empat) unit *chiller* dengan beroperasi secara bergantian.



Gambar 1. Mesin pendingin ( *water chiller system*) IPLR

#### ***Air Handling Unit (AHU)***

AHU adalah sistem yang berfungsi sebagai penukar kalor, dimana udara dari luar gedung dengan suhu antara 29 - 34 °C dihembuskan melalui *cooling coil* AHU yang kemudian menjadi lebih dingin dengan suhu antara 19 - 23 °C, kemudian dihembuskan ke seluruh ruangan instalasi dan ruang perkantoran.



Gambar 2. *Air Handling Unit* IPLR

Air dingin dari *chiller* masuk ke *header cooling coil* AHU kemudian kembali ke *chiller* untuk didinginkan kembali dan dialirkan lagi sebagai *input cooling coil* AHU. Terjadi pertukaran kalor yang menyebabkan udara menjadi dingin dan dimanfaatkan untuk didistribusikan ke seluruh ruangan instalasi dan perkantoran.

Ruang instalasi dibagi menjadi 3 (tiga) yaitu ruangan *type A* adalah ruangan untuk kerja secara permanen yang merupakan *zone 2* seperti ruangan control, ruang instrumentasi, ruang stelika, laboratorium dan ruang ganti pakaian. *Type B* adalah ruangan kerja sesaat yang merupakan *zone 3* dan sisa ruangan pada *zone 2*, antara atmosfer dan *zone 2* terdapat *zone 1* yang merupakan koridor ruangan. Sedangkan ruangan *type C* yaitu *zone 4* adalah ruangan tertutup dimana pekerja hanya boleh bekerja dengan izin khusus dan harus didampingi petugas proteksi radiasi. Standar suhu ruangan IPLR yaitu ruang *type A* < 25 °C, *type B* < 28 °C dan *type C* < 50 °C [2].

### Penuaan Peralatan

Korosi merupakan kerusakan material yang disebabkan oleh pengaruh lingkungan. Proses korosi yang terjadi disamping oleh reaksi kimia juga diakibatkan oleh proses elektrokimia dan kondisi lingkungan yang berpengaruh salah satunya adalah berupa lingkungan asam [3]. Korosi sudah terjadi di beberapa sistem penyedia media dan energi IPLR sehingga pemeriksaan/ pemantauan operasi sistem harus lebih intensif, terutama pada bagian material yang bersinggungan langsung dengan air dan tempat lembap.

### TATA KERJA

#### Sistem Tata Udara yang dioperasikan

1. *Chiller Water system* : Konversi energi pendinginan air
2. *Air Handling Unit system IPLR* : Konversi energi pendinginan udara
3. *Blower and EXH Fan system* : Pengelolaan hisapan dan hembusan udara dalam ruangan

#### Alat ukur

1. Thermometer prop : Mengukur suhu udara ruangan
2. Hygrometer prop : Mengukur kelembaban udara ruangan
3. Termometer gauge : Mengukur suhu air pendingin

#### Peralatan pendukung

1. APD : Keselamatan kerja personil
2. ATK : Mencatat dan mengolah data kegiatan pengamatan

### Metode

#### 1. Operasi

Pengoperasian *Chiller Water system dan Air Handling Unit system* pada sistem tata udara IPLR sebagai berikut :

- Pengoperasian sistem selama 7 jam setiap hari kerja dari jam 07:30 sampai jam 15:30, sebelum pengoperasian terlebih dahulu instalasi dipastikan dalam kondisi siap operasi sesuai dengan SOP [4] [5].
- Pemantauan unjuk kerja sistem dilakukan selama operasi untuk menjaga mutu layanan IPLR.
- Data diambil secara berkala dan kemudian diolah agar dapat mudah untuk diinterpretasikan dan dievaluasi, sehingga bila terjadi ketidaksesuaian akan cepat diatasi.

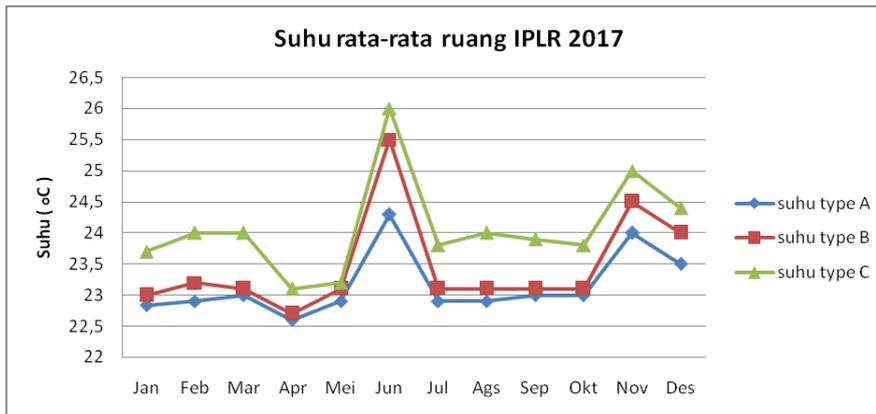
#### 2. Pengambilan Data

Pemantauan parameter dimulai saat operasi sistem, hal ini untuk memastikan agar sistem tata udara beroperasi dengan normal. Unjuk kerja sistem tata udara diukur setelah respon parameter yang akan diukur setabil yaitu 4 sampai dengan 5 jam setelah *start up* operasi, mengingat hanya beroperasi 7 jam setiap hari, kecuali saat operasi pengolahan limbah 24 jam. Parameter yang diamati tersebut antara lain :

- a) Suhu dan kelembaban ruangan diukur dengan *thermo hygrometer*, pengukuran dilakukan di daerah tipe A, tipe B dan tipe C. Pengambilan data dilakukan pada beberapa daerah yang tergolong tipe A, B dan C. Hasil data tiap tipe dihitung guna mendapatkan nilai rata-rata.
- b) Suhu air output *Chiller Water system sebagai input AHU*. Hasil data dihitung guna mendapatkan nilai rata-rata.
- c) Suhu output AHU sebagai input *Chiller Water system*. Secara berulang mengalir dan selama itulah konversi energy terus berlangsung saat operasi. Hasil data dihitung guna mendapatkan nilai rata-rata.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran temperatur udara ruangan IPLR pada daerah tipe A, B dan C dapat dilihat pada Tabel. 1 dan Gambar.3 berikut;



Gambar 3. Grafik suhu ruangan selama tahun 2017

Gambar.4 menunjukkan hasil pengukuran suhu rata-rata ruangan berdasarkan type, suhu ruangan tertinggi pada bulan Juni yaitu *type A* sebesar  $24.3^{\circ}\text{C}$ , ruang *type B*  $25.5^{\circ}\text{C}$ , ruang *type C*  $26.0^{\circ}\text{C}$ . Hasil pengukuran tersebut masih memenuhi standar mutu yang dipersyaratkan, yaitu ruang *type A*  $< 25^{\circ}\text{C}$ , *type B*  $< 28^{\circ}\text{C}$  dan *type C*  $< 50^{\circ}\text{C}$  [2].

Kenaikan suhu pada bulan Juni pada dasarnya normal saat ada kegiatan pengelolaan limbah, pada bulan Juni boiler/ *steam system* beroperasi untuk memasok *steam* ke sistem evaporasi sehingga ada kenaikan suhu ruangan, dimana pengaruh panas yang dihasilkan oleh uap panas bertekanan/ *steam* yang melewati pipa-pipa *steam distribution* menyebabkan kenaikan suhu ruangan yang dilaluinya, selain itu *chilled water system* hanya beroperasi satu sistem.

Bulan Agustus grafik terlihat suhu naik kembali padahal sistem boiler tidak beroperasi dan puncaknya pada bulan November yaitu *type A* sebesar  $24.0^{\circ}\text{C}$ , ruang *type B*  $24.5^{\circ}\text{C}$  *type C*  $25.0^{\circ}\text{C}$ , hasil pemeriksaan dilapangan ditemukan telah terjadi kebocoran pada *cooling coil header* pada sistem AHU. Bulan Desember dilakukan perbaikan mandiri oleh sub bidang Fasilitas Proses, kebocoran terjadi karena pengaruh korosi, faktor korosi terjadi karena pasokan kualitas air baku yang kurang baik saat ini yaitu kandungan mineral yang masih tinggi rata-rata  $114\ \mu\text{S}/\text{cm}$  menyebabkan kemungkinan terjadinya kerak dan korosi [6], pengelolaan air baku sebelum masuk sistem pendingin harus segera dilakukan dengan menambah kapasitas *demineralized water* sebagai pengganti umpan air ke sistem pendingin. Korosi yang terjadi pada dinding bagian dalam dan luar sehingga kondisi header mengalami pengurangan ketebalan (keropos) yang mengakibatkan berkurangnya kekuatan header, kondisi inilah penyebab header tidak mampu menahan tekanan sebesar 4.5 bar.

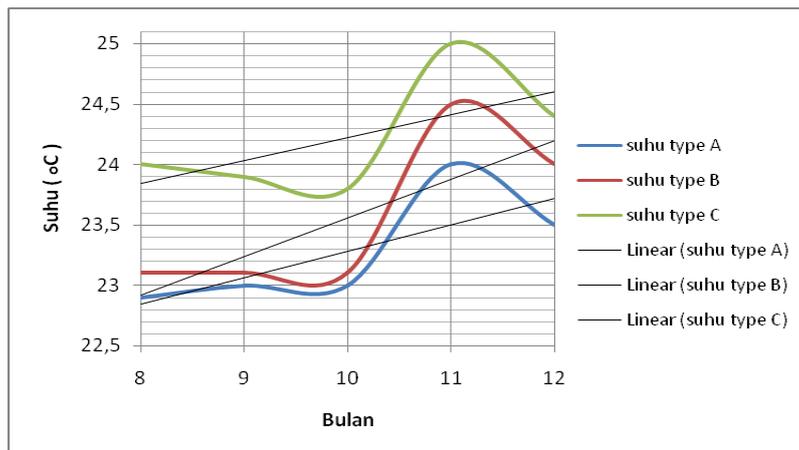


Gambar 4. Kebocoran pada header AHU akibat korosi



Gambar 5. Kerugian air pendingin yang terbuang ke saluran *normaly drain*

Kebocoran bertambah besar dari bulan Agustus sampai dengan November, sehingga unjuk kerja AHU mengalami penurunan. Gambar 6 berikut menunjukkan kenaikan suhu terhadap penurunan unjuk kerja AHU yang sebanding dengan semakin besarnya tingkat kebocoran air pendingin.



Gambar 6. Kecenderungan kenaikan suhu ruangan

Karena suhu ruangan semakin naik, bulan Desember dilakukan perbaikan oleh Sub Bidang Fasilitas Proses pada *header cooling coil* AHU. Gambar 6 diatas menunjukkan bulan Desember mengalami penurunan kembali meskipun penurunan suhu tidak signifikan dikarenakan keterbatasan bahan dan alat untuk mendukung perbaikan, sehingga perlu penanganan perbaikan total pada *header cooling coil* AHU ini.

Kebocoran air pendingin ini mengakibatkan kerugian di beberapa aspek proses pengelolaan limbah di IPLR yaitu seperti pada Tabel 1 berikut;

Tabel. 1 Kerugian yang timbul akibat kebocoran AHU

No	Jenis Kerugian	Dampak	Status
1.	Energi	Kerugian energi listrik lebih dari 480,2 kVA [7] yang digunakan untuk membangkitkan beberapa sistem dengan hasil operasi tidak optimal	Tidak optimal
2.	Media	Kerugian <i>media supply</i> berupa air bersuhu 7°C terbuang ke saluran <i>normaly drain</i> sebanyak ± 79,6 liter/jam [8]	Tidak optimal

3.	<i>Life time</i> alat	Kerugian umur pakai alat untuk operasi sistem yang hasilnya tidak optimal	Tidak optimal
4.	Keselamatan	Kerugian keselamatan timbul karena naik turunnya suhu ruangan sehingga kelembapan ruangan cenderung tidak stabil, sehingga bila kelembapan lebih dari 60% akan mengganggu kesehatan pekerja	Pengawasan keselamatan
5.	Layanan	Layanan tidak maksimal sehingga memberi peluang terganggunya kegiatan pengelolaan limbah dan operasi sistem di IPLR	Tidak maksimal

## KESIMPULAN

Temperatur udara diruangan IPLR pada dasarnya masih memenuhi persyaratan mutu yang ditetapkan pada tahun 2017, yaitu rata-rata dalam satu tahun ruang tipe A 23.15 °C, tipe B 23.46 °C, tipe C 24.08 °C. Penanganan penurunan unjuk kerja AHU harus segera dilakukan mengingat beberapa kerugian yang timbul, ada lima aspek kerugian yaitu energi, media, umur pakai alat (*life time*), keselamatan dan layanan. Setatus saat ini dalam proses pengajuan perbaikan *cooling coil header* AHU, mengingat bahan dan peralatan yang tidak mendukung.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] YORK INTERNATIONAL COOPERATION, “*Air Cooled Packaged Liquid Chiller*”, USA,(1986)
- [2] *System Note VAC WSPG 510 NTA 9001 TECHNIA TOME*
- [3] Chamberlain : Buku Korosi Untuk Mahasiswa dan Rekayasawan, Gramedia Pustaka Utama, (1991)
- [4] *Standard Operational Procedure Ventilation Air Conditioning System*, IPLR, (2017)
- [5] *Standard Operational Procedure Chiller Water system*, IPLR, (2017)
- [6] Arifin Istavara dkk, *Kualitas Demineralized water system* pada pengolahan limbah cair instalasi pengelolaan limbah radioaktif, Prosiding hasil penelitian dan kegiatan PTLR ,hal 123. ISSN 0852-2979, (2014)
- [7] Laporan Analisis Keselamatan, BAB VI Sistem Bantu dan Sarana Dukung, PTLR, (2017)
- [8] *Data sheet*, Pemantauan Operasi Sistem Tata Udara, IPLR, (2017)