

## IDENTIFIKASI KOIL PENDINGIN (*COOLING COIL*) CC 001 RUANG 319 GEDUNG INSTALASI RADIOMETALURGI

Saud Maruli Tua; Darma Adiantoro; Haris Gunawan  
Pusat Teknologi Bahan Bakar Nuklir

### Abstrak

Telah dilakukan identifikasi koil pendingin (*cooling coil*) CC. 001 ruang 319 gedung instalasi Radiometalurgi. koil pendingin (*cooling coil*) CC. 001 merupakan bagian utama dari sistem Ventilasi dan Tata Udara (VAC) yang berfungsi untuk memasok udara terkondisi (segar dan bersih) pada laboratorium instalasi Radiometalurgi. Berdasarkan hasil data dukung yang diperoleh dari tahun 2010 sampai dengan 2019, telah tercatat bahwa terjadi kebocoran pada *cooling coil* (pipa dan *header*) yang mengakibatkan tidak dapat beroperasinya laboratorium instalasi Radiometalurgi dan mengakibatkan genangan air di sekitar lokasi. Identifikasi kinerja pada koil pendingin (*cooling coil*) CC. 001 dilakukan untuk mengetahui kondisi terkini sehingga dapat dijadikan acuan apakah masih dapat diperbaiki atau dimodifikasi atau diganti dengan yang baru. Dari hasil identifikasi diketahui bahwa umur pakai penukar panas (*cooling coil*) CC. 001 telah mengalami penuaan (beroperasi 30 tahun) indikasinya adalah terjadi kebocoran pada pipa dan *header*, dudukan/bantalan telah mengalami korosi yang sangat parah sehingga telah dilakukan modifikasi penguatan, selain itu fin telah mengalami kerusakan sehingga mengurangi proses pertukaran panas yang mengakibatkan terjadinya kondensasi yang berlebihan. koil pendingin (*cooling coil*) CC. 001 pada gedung instalasi Radiometalurgi disarankan untuk dilakukan penggantian dengan yang baru karena tidak dapat dilakukan perbaikan maupun modifikasi mengingat keadaannya yang telah mengalami kerusakan yang sangat parah.

Kata kunci: penukar panas, Radiometalurgi

### PENDAHULUAN

Instalasi Radiometalurgi (IRM) merupakan instalasi nuklir non reaktor (INNR) yang dimiliki oleh Pusat Teknologi Bahan Bakar Nuklir (PTBN - BATAN). Instalasi ini di desain untuk menangani sumber radiasi aktivitas tinggi khususnya untuk menangani bahan pasca iradiasi seperti bahan bakar nuklir bekas dan bahan target iradiasi. Untuk itu desain IRM harus memenuhi persyaratan khusus sehingga operasional IRM dapat dilakukan dengan aman dan selamat terhadap potensi bahaya yang dapat timbul akibat pengoperasiannya maka Pemegang Izin harus menjamin keselamatan dan kesehatan terhadap pekerja (personel yang terlibat dalam operasional IRM), masyarakat dan lingkungan.<sup>[1]</sup>

Instalasi Radiometalurgi (IRM) didesain untuk memenuhi prinsip-prinsip keselamatan dan kesehatan serta kelestarian lingkungan hidup antara lain kegiatan atau operasional IRM harus mempunyai manfaat yang lebih besar dari pada risiko yang ditimbulkan.<sup>[1]</sup>

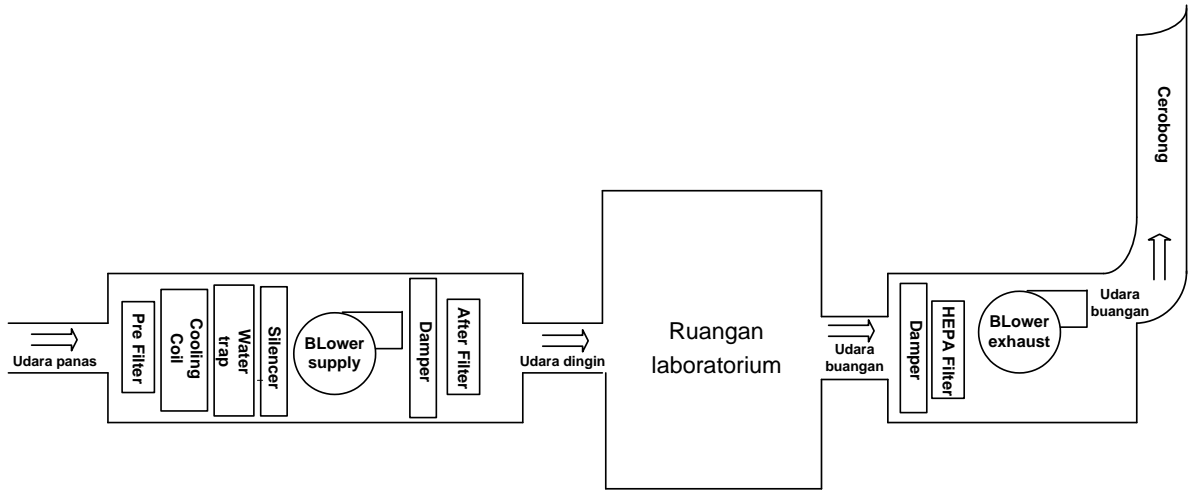
Oleh sebab itu IRM dibangun dengan persyaratan-persyaratan khusus seperti dosis radiasi yang diterima personel dan tingkat kontaminasi zat radioaktif selama

operasi diupayakan tidak akan melebihi nilai batas yang diizinkan dengan menerapkan prinsip ALARA dan upaya proteksi radiasi.<sup>[1]</sup>

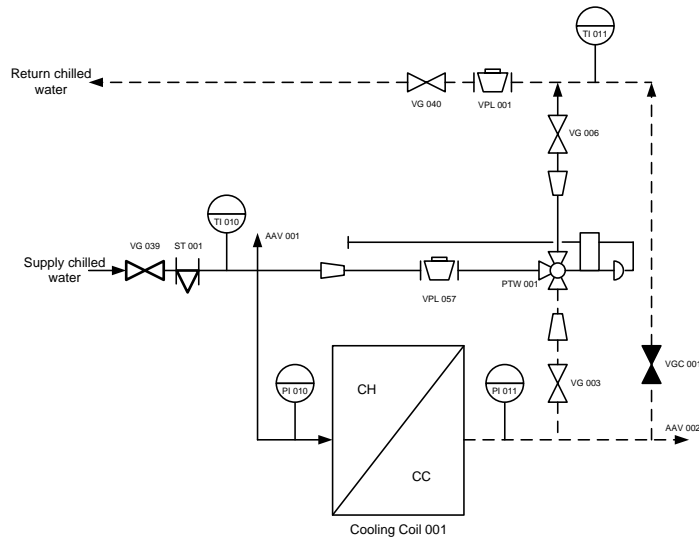
Salah satu upaya proteksi radiasi yang ada di IRM adalah adanya sistem pengungkung. Sistem ventilasi dan tata udara (VAC) nuklir merupakan suatu pengungkung yang berfungsi untuk menjamin keselamatan pekerja dari bahaya radioaktif (radiasi interna) didalam instalasi serta dari lingkungan sekitarnya. Selain itu fungsi lainnya adalah menciptakan kenyamanan terhadap pekerja dengan cara memasok udara segar ke ruangan kerja dan menghisap udara kotor ke sistem pembuangan setelah melalui filter HEPA.

Sistem ventilasi dan tata udara (VAC) laboratorium dirancang terdiri dari sistem pasokan udara (*supply*) dan sistem udara buang (*exhaust*). Sistem pasokan udara berfungsi untuk memasok udara terkondisi (segar dan bersih) ke dalam laboratorium Radiometalurgi. Sistem ini terdiri dari: filter udara, penukar panas (*cooling coil*) CC. 001 dan kipas udara (*blower*) yang dihubungkan dengan saluran udara (*ducting*) ke masing-masing ruangan. Media pendingin udara yang digunakan adalah air dingin (*chilled water*) yang diproduksi dari mesin pendingin (*chiller*) dan disirkulasikan melalui pompa (PU. 01 s.d PU. 04) hingga menuju penukar panas.

Penukar panas (CC. 001) merupakan bagian salah satu utama dari sistem pasokan udara (*supply*) untuk laboratorium instalasi Radiometalurgi. Fungsi dari alat ini adalah untuk mendinginkan/mengkondisikan ruangan agar lebih sejuk dan nyaman. Penukar panas merupakan sejenis evaporator yang berisi air dingin, lalu menerima hembusan/aliran udara yang dihasilkan dari kipas (*blower*) dengan penggerak motor listrik dan menyebabkan panas yang terkandung dalam udara terserap olehnya melalui kisi-kisi sehingga udara yang telah melewatinya akan menjadi lebih dingin. Proses Penukar panas (CC. 001) dapat di ilustrasikan melalui gambar 1 dan gambar 2.



Gambar 1. Diagram proses penggantian udara VAC laboratorium instalasi Radiometalurgi



Gambar 2. Diagram proses air dingin (*chilled water*) instalasi Radiometalurgi

Dari gambar dapat diketahui bahwa koil pendingin (CC. 001) memiliki peranan penting dalam mengkondisikan suatu ruangan menjadi lebih dingin dan nyaman. koil pendingin (CC. 001) yang dimiliki oleh instalasi Radiometalurgi saat ini kondisinya sangat mengkhawatirkan di dalam mendukung beroperasinya laboratorium instalasi Radiometalurgi, hal ini bisa dilihat dari catatan yang dimiliki oleh sub bagian instalasi Radiometalurgi dimana dalam kurun waktu tahun 2010 hingga tahun 2018 telah mengalami kerusakan (kebocoran) pada pipa tembaga, header dan penyangganya (tabel 1).

**Tabel 1.** Riwayat kebocoran koil pendingin (*cooling coil*) CC. 001 instalasi Radiometalurgi

No.	Tanggal	Posisi	Dampak	Tindakan Perbaikan
1.	07-06-2010	Header sebelah kiri bagian atas baris ke-4	1. Sistem udara supply off 2. Air masuk basement	Penambalan kebocoran header
2.	04-07-2012	Header sebelah kiri bagian bawah baris ke-3	Sistem udara supply off	1. Bobok tembok 2. Penambalan kebocoran header 3. Penambalan tembok
3.	06-09-2012	Header sebelah kiri bagian atas baris ke-3	1. Sistem udara supply off 2. Genangan air sekitar pintu R. cooling coil	Penambalan kebocoran header
4.	28-05-2013	Header sebelah kanan bagian atas baris ke-3	Sistem udara supply off	Penambalan kebocoran header
5.	06-10-2015	Header sebelah kiri baris ke-3 bagian bawah	1. Sistem udara supply off 2. Genangan air sekitar pintu R cooling coil	1. Bobok tembok 2. Penambalan kebocoran header 3. Penambalan tembok
6.	02-11-2015	Header sebelah kanan baris ke-3 bagian bawah	Sistem udara supply off	1. Bobok dudukan bagian bawah 2. Penambalan kebocoran header 3. Pengelasan ujung pipa sisi belakang watertrap
7.	25-04-2016	Header sebelah kiri baris ke-3 bagian atas	1. Sistem udara supply off 2. Genangan air sekitar pintu R cooling coil	Penambalan kebocoran header
8.	16-05-2019	Header sebelah kiri baris ke-2 bagian atas	1. Sistem udara supply off 2. Genangan air sekitar pintu R cooling coil dan basement koridor	Penambalan kebocoran header

Dari catatan di atas, dapat diketahui bahwa akibat yang ditimbulkan dari kerusakan koil pendingin (CC. 001) sangat berdampak pada operasional laboratorium instalasi Radiometalurgi karena pasokan udara supply tidak berfungsi sehingga membuat udara di ruangan tersebut tidak nyaman dan tidak sehat.

Identifikasi perlu dilakukan untuk mencari data secara langsung kerusakan dan mencari data teknis spesifikasi koil pendingin (CC. 001) untuk menjadi bahan evaluasi pengajuan perbaikan atau pengajuan pembelian koil pendingin (*cooling coil*) yang baru.

## TEORI

Manusia akan selalu mencoba menyesuaikan diri dan mempertahankan hubungannya dengan lingkungan di manapun manusia itu berada, sehingga manusia akan mencari tempat berteduh apabila hari panas dan akan berlindung dari angin, hujan dan kedinginan oleh sebab itu manusia membutuhkan tempat tinggal. Penggunaan sistem tata udara untuk keperluan rumah tinggal dan industri dirancang untuk menghasilkan temperatur, kelembaban serta distribusi udara yang sesuai dengan persyaratan yang berlaku.

Sistem tata udara atau *Heating, ventilation and air conditioning* (HVAC) adalah suatu proses mendinginkan udara sehingga dapat mencapai temperatur, kelembaban, kebersihan dan pola aliran udara yang sesuai dengan yang dipersyaratkan terhadap kondisi udara dari suatu ruangan tertentu.<sup>[1]</sup>

Sistem tata udara yang baik, sangat menentukan apakah bangunan akan terasa nyaman atau tidak. Suhu ruangan pada range 21 s.d 24 °C dan kelembaban relatif (RH) pada range 50 s.d 60 % adalah ukuran yang paling sempurna untuk kualitas udara suatu ruangan.

Manusia hidup dengan sistem pernafasannya yaitu menghisap oksigen (O<sub>2</sub>) dan mengeluarkan karbon dioksida (CO<sub>2</sub>). Maka suatu bangunan diharuskan untuk mengatur berapakah kadar oksigen yang harus masuk dan berapakah kadar karbon dioksida yang harus dibuang. Selain kebutuhan untuk manusia, seiring perkembangan zaman ventilasi juga banyak dimanfaatkan untuk mengalirkan udara maupun mengeluarkan udara untuk fasilitas tertentu, misalnya sistem tata udara di laboratorium. Ada 3 jenis sistem ventilasi udara yaitu :

1. Sistem ventilasi udara sirkulasi alami (*natural ventilation*). Sistem pemasok udara (*supply air*) dan sistem pembuangan udara (*exhaust air*) keduanya menggunakan aliran udara alami, yaitu dengan membuat bukaan atau opening sehingga udara dapat mengalir dengan sendirinya. Kelebihan sistem ini adalah biaya yang relatif sedikit. Kekurangannya adalah kita tidak bisa memastikan berapakah aliran udaranya, karena sistem ini sangat tergantung pada kondisi udara luar.



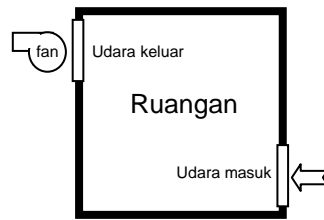
Gambar 3. Sistem ventilasi udara sirkulasi udara alami (*natural ventilation*)

2. Sistem ventilasi udara sirkulasi dengan bantuan kipas (*Mechanical ventilation*). Sistem pemasok udara (*supply air*) dan sistem pembuangan udara (*exhaust air*), keduanya sama-sama menggunakan bantuan kipas, Kelebihan sistem ini adalah kita dapat mengkondisikan sesuai dengan kebutuhan, karena kita bisa memilih kapasitas kipas dengan kapasitas yang beragam, dan cocok pemasangan untuk ruangan yang memperhatikan pasokan udara yang bersih dengan penggunaan *filter*. Kekurangannya adalah memerlukan biaya yang besar, baik itu biaya pembelian unit kipas, biaya instalasi, biaya pemakaian listrik dan biaya perawatan.



Gambar 4. Sistem ventilasi udara sirkulasi dengan bantuan kipas (*Mechanical ventilation*)

3. Sistem ventilasi udara gabungan sirkulasi alami dan sirkulasi dengan bantuan kipas (*Combination ventilation*). Sistem pemasok udara (*supply air*) menggunakan *natural ventilation* dan sistem pembuangan udara (*exhaust air*) menggunakan bantuan kipas, bisa juga diaplikasikan dengan kondisi sebaliknya. Kelebihan sistem ini biaya yang dibutuhkan lebih sedikit dibandingkan menggunakan *Mechanical Ventilation*, tetapi sistem yang cukup bisa diandalkan. Kekurangannya adalah masih ada biaya untuk pemakaian listrik dan perawatan.



Gambar 5. Sistem ventilasi udara sirkulasi udara alami (*natural ventilation*) dan sirkulasi dengan bantuan kipas (*Combination ventilation*)

Pada diagram 1 ditampilkan diagram Psikrometrik mengenai sifat termal dari udara basah pada umumnya. Diagram Psikrometrik adalah gambaran dari sifat-sifat termodinamika dari udara basah dan variasi proses sistem tata udara dan siklus sistem tata udara. Dari diagram psikometrik akan membantu dalam perhitungan dan menganalisis kerja dan perpindahan energi dari proses dan siklus sistem tata udara. [2]

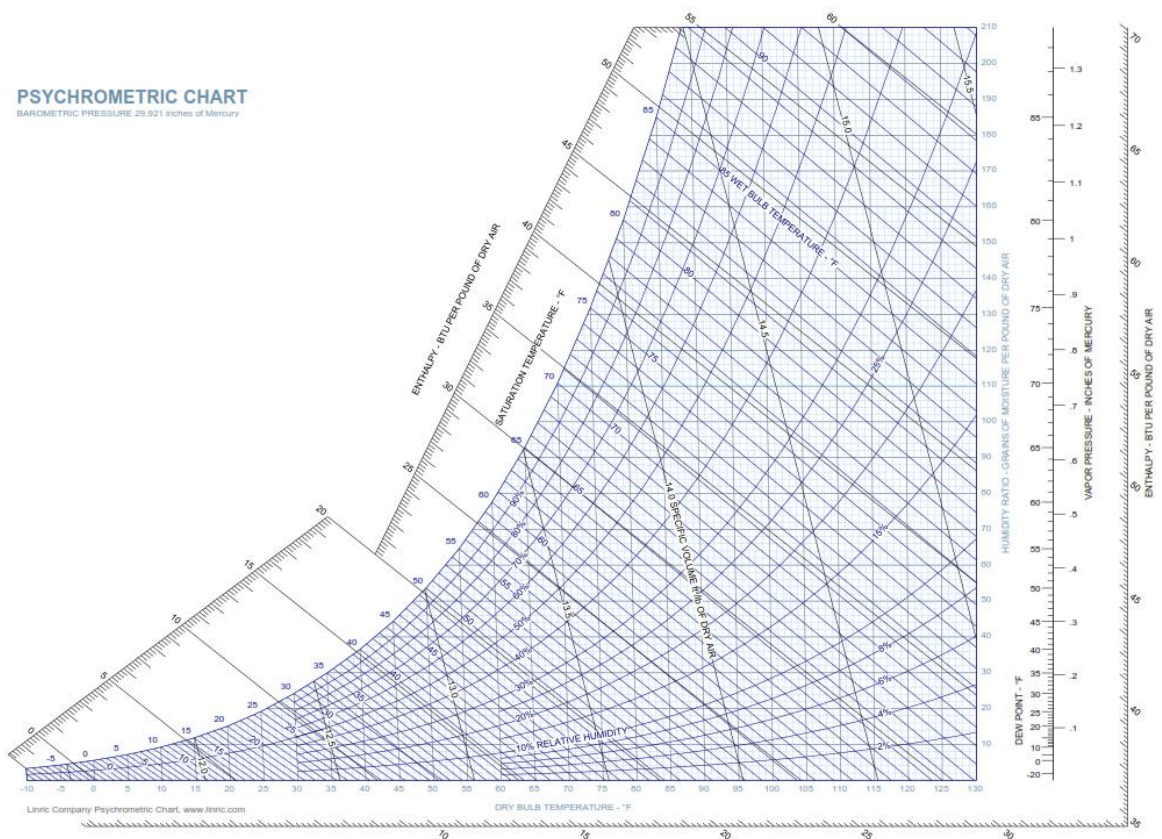


Diagram 1. Diagram Psikrometrik<sup>[2]</sup>

Di mana definisi pada diagram Psikrometrik adalah sebagai berikut: <sup>[3]</sup>

1. Temperatur bola kering (*Dry Bulb Temperature*),  $t$  (°F). Temperatur udara yang diukur menggunakan termometer yang terkena udara bebas namun terjaga dari sinar matahari dan embun. Suhu bola kering adalah temperatur yang biasanya dianggap sebagai suhu udara, dan memang suhu termodinamik sebenarnya.
2. Temperatur bola basah (*Wet Bulb Temperature*),  $t'$  (°F). Suhu bola basah. Sesuai dengan namanya "*wet bulb*", suhu ini diukur dengan menggunakan thermometer yang bulbnya (bagian bawah thermometer) dilapisi dengan kain yang telah basah kemudian dialiri udara yang ingin diukur suhunya.
3. Tekanan parsial uap air,  $f$  (mmHg). Banyaknya kandungan uap air dalam udara dinyatakan dengan kelembaban relatif.
4. Perbandingan kelembaban,  $x$  (kg/kg'). Perbandingan antara berat uap air dan berat udara kering yang ada di dalam udara (lembab).
5. Kelembaban relatif (*relative humidity*),  $\phi$  (%). Perbandingan antara tekanan parsial uap air yang ada di dalam udara dan tekanan jenuh uap air pada temperatur air yang sama.
6. Volume spesifik (udara) lembab,  $v$  (m<sup>3</sup>/kg'). Volume udara lembab per 1 kg udara kering.
7. Titik embun,  $t''$  (°F). Temperatur air pada keadaan di mana tekanan uapnya sama dengan tekanan uap dari udara (lembab).
8. *Entalpi (enthalpy)*,  $i$  (kcal/kg'). Energi kalor yang dimiliki oleh suatu zat pada suatu temperatur tertentu.
9. Persentasi kelembaban (perbandingan jenuh),  $\psi$  (%). Perbandingan (%) antara perbandingan kelembaban dari udara lembab dan perbandingan kelembaban jenuh pada temperatur yang sama.
10. Faktor kalor sensibel (*sensible heat factor*). Perbandingan perubahan besarnya kalor sensibel terhadap perubahan entalpi.

Diagram psikometrik merupakan sebuah diagram yang menggambarkan sifat-sifat termodinamika dari udara basah dan variasi proses sistem penyejukan udara dan siklus sistem penyejukan udara.

Dengan menggunakan diagram psikometrik ini, dapat membantu dalam melakukan perhitungan serta menganalisa kerja dan perpindahan energi dari proses dan siklus sistem penyejukan udara dengan cara mengetahui minimal 2 sifat udara (Temperatur bola kering (DBT), Temperatur bola basah (WBT), kelembaban relatif (RH), volume



spesifik, tekanan parsial uap air, humidity ratio, enthalpy). Contoh: Persyaratan ruangan laboratorium kalibrasi adalah suhu ruangan  $20 \pm 5$  °C, kemudian kelembaban (RH) 55 %, maka dengan membaca diagram psikrometrik dapat ditentukan volume spesifik, tekanan parsial uap air, humidity ratio, enthalpy dengan cara mencari titik perpotongan garis dua besaran yang telah diketahui.

### LANGKAH KERJA

Dalam melakukan identifikasi kinerja koil pendingin (*cooling coil*) CC. 001 dilakukan beberapa kegiatan untuk mendapatkan hasil yang akurat yaitu dengan langkah-langkah sebagai berikut:

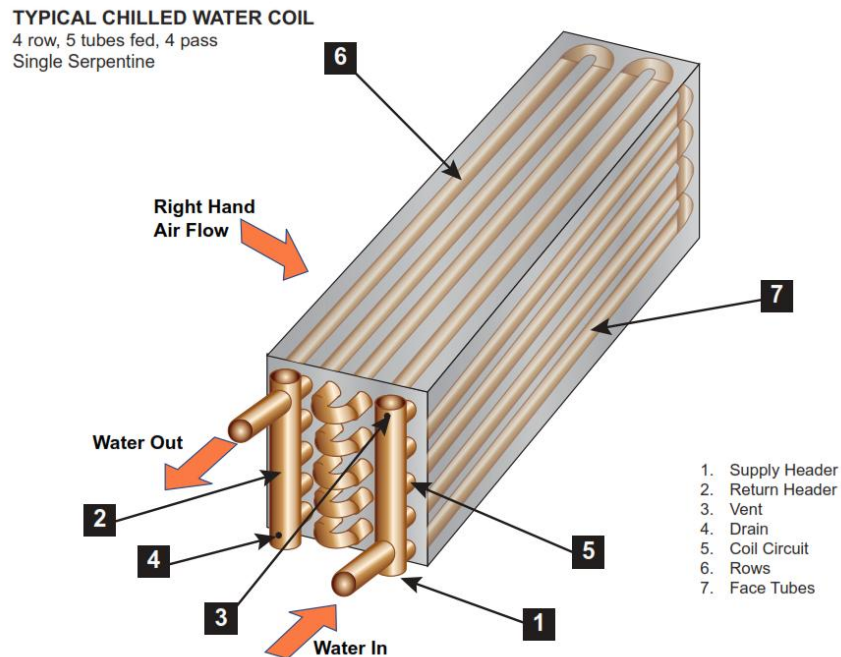
1. Melihat dari dokumen yang dimiliki oleh bidang, baik dokumen teknis (desain awal) maupun rekaman tentang catatan kegagalan/kerusakan koil pendingin (*cooling coil*) CC. 001 dari tahun 2010 sampai dengan 2019.
2. Pengamatan secara langsung di lapangan (*visual*).
3. Melakukan pencarian referensi dari internet.
4. Melakukan konsultasi dengan pabrik pembuat koil pendingin (*cooling coil*).
5. Melakukan kunjungan langsung ke pabrik pembuat koil pendingin (*cooling coil*).

### PEMBAHASAN

Sistem tata udara atau *heating, ventilation and air conditioning* (HVAC) terdiri dari beberapa mesin/alat yang masing-masing memiliki fungsi yang berbeda seperti: *cooling coil* atau *evaporator* (*penukar panas*), *static pressure fan* atau *blower*, sistem *filter*, sistem *ducting* dan sistem *dumper*, yang terintegrasi sedemikian rupa sehingga membentuk suatu sistem tata udara yang dapat mengontrol suhu, kelembaban, tekanan udara, tingkat kebersihan, pola aliran udara serta jumlah pergantian udara di ruang produksi sesuai dengan persyaratan ruangan yang telah ditentukan. Parameter kritis dari tata udara yang dapat memengaruhi suatu instalasi laboratorium adalah:

1. Suhu
2. Kelembaban
3. Partikel udara
4. Perbedaan tekanan antar ruang dan pola aliran udara
5. Volume alir udara
6. Pertukaran udara (*cooling coil*)
7. Sistem filtrasi udara

Koil pendingin (*cooling coil*) adalah alat yang berfungsi untuk mentransfer energi panas (entalpi) antar dua media yaitu air dingin terhadap udara. Gambar 6. Memperlihatkan bagian-bagian dari koil pendingin (*cooling coil*) yang di keluarkan oleh *RAE coils tentang Quick Reference Guide*



Gambar 6. Bagian-bagian dari cooling coil

Koil pendingin (*cooling coil*) merupakan peralatan yang memiliki peranan penting di dalam sistem tata udara, sehingga dalam melakukan desain pembelian baru perlu dilakukan tahapan dan perhitungan untuk menentukan kapasitasnya, adapun hal yang perlu diketahui sebelum melakukan perhitungan desain cooling coil adalah:

1. Fungsi ruangan
2. Volume ruangan ( Panjang x Lebar x Tinggi ruangan)
3. Kapasitas pendingin udara yang diinginkan. kapasitas pendingin udara atau yang biasa disebut *Ton of Refrigeration* (TR) adalah suatu jumlah yang diperlukan untuk membekukan air sebanyak 1 ton pada suhu 0 °C dalam waktu 24 jam.

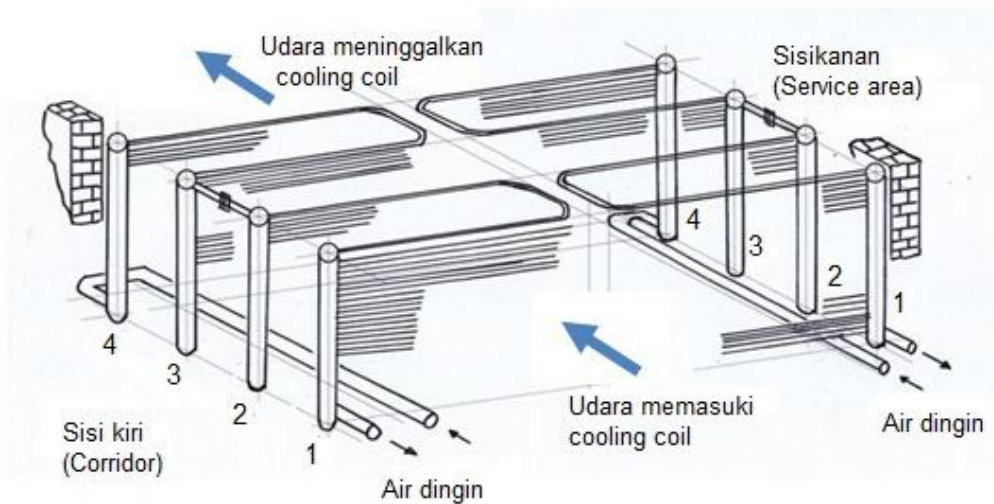
1 *Ton of Refrigeration* = 12000 Btu/hr or 3024 Kcal/hr, dalam rumus sebagai berikut:  $TR = Q \times Cp \times (Ti - To)/3024$

dimana:

- Q : banyaknya massa aliran pendingin dalam kg/jam (*mass flow rate of coolant in kg/hr*)
- Cp : panas spesifik cairan pendingin (*coolant specific heat in KCal/kg*)

- $T_i$  : Temperatur udara masukan ke pendingin (*Inlet temperature of coolant to evaporator (chiller) in °C*)
  - $T_o$  : temperatur udara keluaran dari pendingin (*outlet temperature of coolant from evaporator (chiller) in °C*)
4. Besar kapasitasnya fan yang sesuai atau dengan singkatan CFM (Cubic Feet per Minute - kaki kubik per menit), CFM adalah salah satu unit pengukuran aliran udara (karakteristik kipas atau pompa, menunjukkan volume udara terpompa atau cairan per unit waktu, tanpa hambatan mengalir).

Berikut adalah spesifikasi desain awal instalasi VAC laboratorium instalasi Radiometalurgi, yaitu: cooling coil terdiri dari 8 unit, di bagian depan 4 unit dan bagian belakang 4 unit, terpisah pada sisi kanan dan sisi kiri dan masing-masing dipasang oleh empat *header* (air dingin/*chilled water*). Ilustrasi diperlihatkan pada gambar 7.



Gambar 7. Ilustrasi spesifikasi cooling coil desain awal instalasi VAC laboratorium instalasi Radiometalurgi

Tabel 2. Spesifikasi cooling coil desain awal instalasi VAC laboratorium instalasi Radiometalurgi<sup>[4]</sup>

PPIN/PRSG – SERPONG MATERIAL APPROVAL REQUEST			
Contractor (kontraktor)	:	PT. TRUBA JURONG ENG	Mar No. : 230 V 330 V 2102/1
Supplier (Agen)	:	PT. INDUSTRI TATA UDARA INDONESIA	
Address (Alamat)	:	Jl. Pulomas Selatan Kav. IN-II/22 Jakarta Timur	
Facility (Bangunan)	WBE	Package (Paket Pekerjaan) :	Date (tanggal)
RMI	330	<b>Ventilation/Air Conditioning</b>	
		Material Description (Nama Material) :	Quantity :
		<b>Cooling Coil – CC.001</b>	(jumlah) : 1

Drawing, Specs, Documents Criteria

(Gambar, Spesifikasi, Dokumen yang menentukan)

**No. Doc : 330.P.64.03.2 sheet 5 of 41 – Tech. Specification (Rev. b)**

No.	Material Data	Ketentuan
1.	Manufacturer model (merk)	: YORK/ITU
2.	Air Quantity	: 142.775 m <sup>3</sup> /h
3.	Air Inlet temperature	: 33 °C
	- Relative Humidity	: 72 °C
4.	Air Outlet temperature	: 15 °C
	- Relative Humidity	: 93 °C
5.	Cooling Capacity	: 2499,6 kW
6.	Face Velocity	: Max. 2,8 m/s
7.	Water Flow	: 97,8 l/s (1550 gpm)
8.	Chilled Water Temperature In	: 6 °C (43 °F)
9.	Chilled Water Temperature Out	: 12 °C (54 °F)
10.	Dimension ( Width x High x Deep)	: 5500 x 2500 x 400 mm
11.	Material (Casing)	: Galvanized steel

Setelah mengetahui hal di atas, hal yang perlu dilakukan dalam perhitungan desain cooling coil menurut *ASHRAE HANDBOOK-2012* tentang *Heating, Ventilating and Air-conditioning (systems and equipment)*<sup>[5]</sup> adalah:

1. Menentukan jumlah baris (*rows*) horisontal pipa pada sirip, dimana jumlah untuk air dingin/*chilled water* ditentukan pada range 3 s.d 12 baris.
2. Menentukan sirip (*fins per inch-FPI*), dimana jumlah sirip untuk pipa tembaga ½ “ ditentukan pada range 11 s.d 18 sirip (*fins*) per *inch*.
3. Menentukan tinggi sirip (*fin Height-FH*), ini ditentukan oleh pabrik pembuat *cooling coil*. Untuk pipa ½ “ tersedia dalam kelipatan 1,25 ”.
4. Menentukan panjang sirip (*fin length-FL*), ini ditentukan oleh pabrik pembuat *cooling coil*.
5. Menentukan flens (*sideplate flanges-SP1 dan SP2*), ukuran standar biasanya 1 ½ “.
6. Menentukan akhir flens (*end plates-EP1 dan EP2*), ukuran standar biasanya 1 ½ “.
7. Menentukan tinggi cooling coil (*casing Height-CH*), untuk menentukan *casing Height* dapat di gunakan rumus:  $CH = SP1 + FH + SP2$ .

8. Menentukan panjang cooling coil (*casing lenght-CL*), untuk menentukan *casing lenght* dapat di gunakan rumus:  $CL = EP1 + FL + EP2$
9. Menentukan *casing depth-CD*, untuk menentukan *casing depth* dapat di gunakan tabel 2 dibawah ini:

<b>Rows Deep</b>	<b>Casing Depth (dimension in inch)</b>
1	5
2	6 – 1/2
3	6 – 1/2
4	7 – 1/2
5	7 – 1/2
6	10
8	12
10	15

10. Menentukan C (dimension), adalah ukuran dimensi lilitan dari ujung sirip ke ujung lainnya. Dimana header adalah tabung adaptor. Panjang tabung adaptor standar adalah 3 1/8 “ dan 1 7/8 “
11. Menentukan MAX, MAX adalah dimensi dari tepi paket sirip ke bagian luar tikungan kembali. Dimensi MAX minimum adalah 1,5 ”, Dimensi MAX yang umum adalah 2,25 ” tetapi terkadang flens, EP1 melebihi dimensi MAX.
12. Menentukan panjang keseluruhan (*overall lenght-OAL*), adalah dimensi lilitan dari ujung satu ke ujung lainnya. untuk menentukan *overall lenght* dapat di gunakan rumus:  $OAL = MAX + FL + C$

Pada gambar 8 memperlihatkan logsheet dalam menentukan perhitungan desain cooling coil, yang dikeluarkan oleh: RAE coils tentang Quick Reference Guide [6].

FILE # RAEDVGL.DWG

**RAE Corporation**  
REPLACEMENT COIL DATA SHEET

( CHILLED & HOT WATER COILS )  
SAME END CONNECTIONS

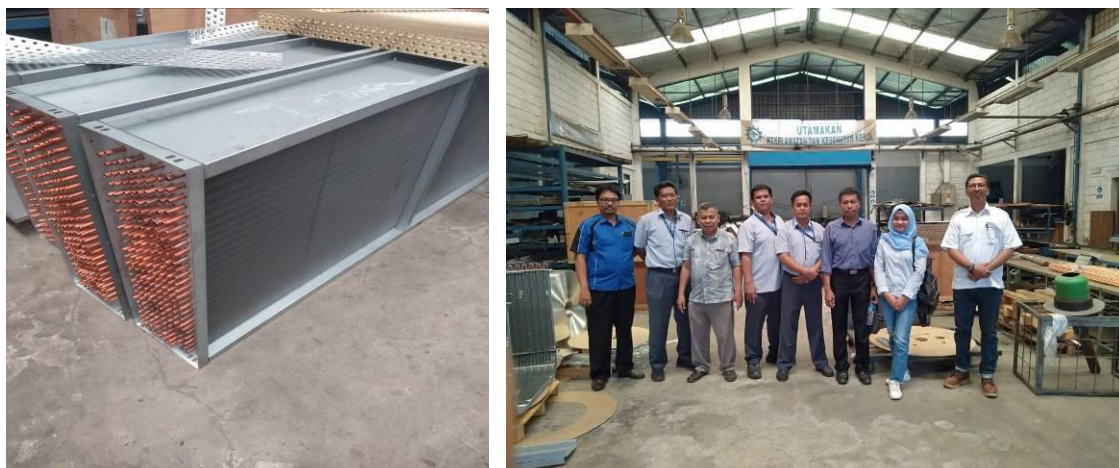
REP. NAME \_\_\_\_\_ PROJECT \_\_\_\_\_  
PR. NO. \_\_\_\_\_ MODEL \_\_\_\_\_

1/4" VENT & DRAIN  
RETURN  
SUPPLY  
R.H. L.H.

ROWS	FPI	FH	FL	A	B	CH	DL	CD	S	HA	HB	CT	CB	HD	NOTES
FIN MATERIAL		TUBE MATERIAL		CASING MATERIALS		CONNECTIONS									
<input type="checkbox"/> FLAT	<input type="checkbox"/> CORR	<input type="checkbox"/> 1/2	<input type="checkbox"/> 5/8	<input type="checkbox"/> 18 GA.	<input type="checkbox"/> 16 GA.	<input type="checkbox"/> COPPER	<input type="checkbox"/> STEEL								
<input type="checkbox"/> ALUM	<input type="checkbox"/> .006	<input type="checkbox"/> .017	<input type="checkbox"/> .020	<input type="checkbox"/> GALV.	<input type="checkbox"/> S.S.	SUPPLY _____									
<input type="checkbox"/> AL ACR	<input type="checkbox"/> .008	<input type="checkbox"/> .025	<input type="checkbox"/> .025	<input type="checkbox"/> ALUM.	<input type="checkbox"/> CU	RETURN _____									
<input type="checkbox"/> CU	<input type="checkbox"/> .010	<input type="checkbox"/> .032	<input type="checkbox"/> .035	FLANGE TYPE		HDR DIA. _____		ITEM NO. _____							
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> .049	<input type="checkbox"/> STACKING	<input type="checkbox"/> STANDARD	<input type="checkbox"/> MPT. <input type="checkbox"/> FPT. <input type="checkbox"/> ODS.		COIL CIRCUITING _____							

Gambar 8. Logsheets dalam menentukan perhitungan desain cooling coil

Dari pembahasan di atas dapat diketahui bahwa untuk mendesain suatu cooling coil diperlukan perhitungan yang matang dan rumit sehingga perlu dilakukan konsultasi dengan pihak pabrik pembuat cooling coil. Gambar 9 memperlihatkan kegiatan konsultasi dan kunjungan ke pabrik pembuat cooling coil di Cikarang Bekasi.



Gambar 9 Kegiatan konsultasi dan kunjungan ke pabrik pembuat cooling coil di Cikarang Bekasi

Setelah dilakukan konsultasi dengan pihak pabrik pembuat *cooling coil*, maka dapat diketahui dan dibuat *cooling coil* untuk sistem VAC laboratorium instalasi Radiometalurgi dengan spesifikasi yang sama dengan spesifikasi desain awal serta menyesuaikan dimensi/ukuran yang digunakan untuk mempermudah melakukan perawatan *cooling coil*.

Tabel 3. Spesifikasi yang dibuat oleh pihak pabrik pembuat *cooling coil* untuk sistem VAC laboratorium instalasi Radiometalurgi

<b>Ukuran/volume/kapasitas barang</b>		
<b>Air</b>		
Model	:	Recoil (1/2 inchi)
Dimension	:	(1651 x 4400) mm 16 row 10f 156c
Barometer	:	101.325 kPa
Airflow	:	24000 cfm
Velocity	:	3.12 m/s
On Coil	:	10.6 °C
Off coil	:	28.6-33° C
Cond Rate	:	196.3 g/s
Pressure	:	0.663kPa
	:	
<b>Flow</b>		
Flow	:	38.1l/s
Velocity	:	1.98 m/s
Inlet Temp	:	10° C
Leaving Temp	:	15° C
Pressure Drop	:	70.4 kPa
Pipe Con	:	150 mm
<b>Performance(Wet Surface)</b>		
Sensibel Duty	:	1032973 Btu/hr
Total Duty	:	2720231 Btu/hr
SHR	:	0.38

<b>Bahan/material yang digunakan</b>		
<b>Material Coil Evaporator</b>		
Material	:	Cooper 1/2" x 0.041
Fin	:	Aluminium 0.120 t
With Header BS	:	2". 3"
End Plate	:	Galvanized Iron
Rangka Penyangga	:	Galvanized Iron

Dari pengamatan secara langsung, *cooling coil* yang terpasang di laboratorium instalasi IRM saat ini didesain 2 rangkap, depan dan belakang. Bagian depan empat



header dan bagian belakang empat header. Semua bagian pada *cooling coil* sudah mengalami penuaan, bingkai korosi, fin (kisi-kisi) tersumbat kotoran, header (*end plate*) terkorosi. Bingkai yang korosi mengakibatkan *cooling coil* berubah posisinya sehingga dilakukan penguatan konstruksi sebagai pemegang. *Fin* (sirip) yang rapat akibat tersumbat kotoran menyebabkan pasokan udara supply yang dibutuhkan laboratorium terhambat dan menyebabkan terjadinya kondensasi yang berlebih sehingga menimbulkan genangan air di dalam ruangan *coling coil*. Genagan air yang terkumpul berpotensi terhisap masuk ke ruangan motor penggerak blower sehingga dapat menyebabkan kerusakan pada blower, di sisi lain juga air dapat meresap melalui retakan lantai dan menetes ke lantai bawah. Bagian *header (end plate)* atas dan bawah *cooling coil* semuanya dalam kondisi terkorosi dan beberapa kali mengalami kebocoran sehingga berpotensi terjadinya banjir di ruang *basement* IRM.

Kerusakan akibat penuaan pada koil pendingin (*cooling coil*) sistem VAC laboratorium instalasi Radiometalurgi dapat mengganggu keberlangsungan kegiatan litbang bahan bakar nuklir di PTBBN, sehingga sangat mendesak untuk dilakukan penggantian. Gambar 10 memperlihatkan hasil pengamatan secara langsung di lokasi ruang *cooling coil*.







Gambar 10. Hasil pengamatan secara langsung di lokasi ruang *cooling coil*.

Oleh karena mengganggu keberlangsungan kegiatan litbang bahan bakar nuklir di instalasi Radiometalurgi -PTBBN maka dilakukan penggantian oleh pihak ketiga. Pihak ketiga telah mendesain, membuat dan memasang *cooling coil* sistem VAC laboratorium instalasi Radiometalurgi. Gambar 11 memperlihatkan tahapan kegiatan pekerjaan penggantian *cooling coil* sistem VAC laboratorium instalasi Radiometalurgi

**Pembongkaran cooling coil yang lama**



**Pengangkutan cooling coil yang baru**



**Perakitan cooling coil yang baru**







Gambar 11. Tahapan kegiatan pekerjaan penggantian *cooling coil* sistem VAC laboratorium instalasi Radiometalurgi

Saat ini proses penggantian koil pendingin (*cooling coil*) sistem VAC laboratorium instalasi Radiometalurgi telah selesai dilakukan dan telah dilakukan uji fungsi oleh pengguna, pihak ketiga, unit jaminan mutu dan sub. bid. Perlengkapan. Hasilnya bahwa penggantian *cooling coil* sistem VAC laboratorium instalasi Radiometalurgi telah sesuai dengan ketentuan teknis dan administrasi. Dan telah dioperasikan dengan baik.

## KESIMPULAN

Sistem ventilasi dan tata udara (VAC) nuklir merupakan suatu pendukung yang berfungsi untuk menjamin keselamatan pekerja dari bahaya radioaktif (radiasi interna) didalam instalasi serta dari lingkungan sekitarnya.

Sistem ventilasi dan tata udara (VAC) laboratorium dirancang terdiri dari sistem pasokan udara (*supply*) dan sistem udara buang (*exhaust*). Sistem pasokan udara berfungsi untuk memasok udara terkondisi (segar dan bersih) ke dalam laboratorium instalasi Radiometalurgi.

Koil pendingin (*cooling coil*) adalah alat yang berfungsi untuk mentransfer energi panas (entalpi) antar dua media yaitu air dingin terhadap udara.

Koil pendingin (*cooling coil*) merupakan peralatan yang memiliki peranan penting di dalam sistem tata udara, sehingga dalam melakukan desain pembelian baru perlu dilakukan tahapan dan perhitungan untuk menentukan kapasitasnya.

Untuk mendesain suatu cooling coil diperlukan perhitungan yang matang dan rumit sehingga perlu dilakukan konsultasi dengan pihak pabrik pembuat cooling coil.

Kerusakan akibat penuaan pada *cooling coil* sistem VAC laboratorium instalasi Radiometalurgi dapat mengganggu keberlangsungan kegiatan litbang bahan bakar nuklir di PTBBN, sehingga sangat mendesak untuk dilakukan penggantian

Pihak ketiga telah mendesain, membuat dan memasang *cooling coil* sistem VAC laboratorium instalasi Radiometalurgi

Hasilnya bahwa penggantian *cooling coil* sistem VAC laboratorium instalasi Radiometalurgi telah sesuai dengan ketentuan teknis dan administrasi.

## DAFTAR PUSTAKA

1. PTBN, Laporan Analisis Keselamatan IRM, No. Dok. KK32J09001 Rev. 0, 2011.
2. <http://web.ipb.ac.id>
3. Wiranto Arismunandar, *Penyegaran Udara, PT. Pradnya Paramita*, 2005
4. Anonym, *Blue print drawing : Ventilation/Air Conditioning (Cooling Coil – CC.001); project: Radio Metallurgy Installation, PT. TRUBA JURONG ENG, 1987*
5. *ASHRAE HANDBOOK-2012 tentang Heating, Ventilating and Air-conditioning (systems and equipment)*
6. RAE coils tentang Quick Reference Guide

