

EVALUASI KINERJA PERALATAN *AIR DRYER DESICCANT* AD 234 DI INSTALASI RADIOMETALURGI

Saud Mauli Tua, Suhardi, Asep Fathudin

Pusat Teknologi Bahan Bakar Nuklir

ABSTRAK

Telah dilakukan evaluasi pada peralatan *air dryer desiccant* di Instalasi Radiometalurgi. Evaluasi ini dilakukan untuk mengetahui kinerja sistem tersebut berkaitan dengan umur pakai dan penurunan bahan yang digunakan. Udara bertekanan yang digunakan oleh laboratorium Instalasi Radiometalurgi diambil dari hasil kompresi mesin kompresor dan disalurkan melalui proses filterisasi dan proses pengeringan. Proses pengeringan ini dihasilkan dari dua jenis peralatan pengering yaitu *air dryer* jenis *refrigerant* dan *air dryer* jenis *desiccant*. Kedua jenis *air dryer* ini memiliki prinsip pengeringan udara tekan yang berbeda tetapi memiliki fungsi yang sama. *Air dryer* jenis *desiccant* AD.234 merupakan bagian dari sistem udara tekan operasi normal yang dioperasikan secara bergantian dengan AD.233 setiap hari selama 24 jam. Dari hasil evaluasi yang dilakukan diketahui bahwa telah terjadi penurunan kinerja dari alat tersebut dengan indikasi perubahan warna pada *silica gel* yang digunakan pada proses regenerasi di tabung (*adsorptive tower*). Perubahan warna pada *silica gel* dari warna biru menjadi merah muda (pink) mengindikasikan bahwa *silica gel* tersebut telah mengalami kejenuhan. Indikasi lainnya yang diketahui bahwa *air dryer* jenis *desiccant* AD.234 mengalami penurunan kinerja adalah pada sistem *automatic piston valve*. Sistem *automatic piston valve* terdiri dari dua piston yang bekerja secara bergantian yang dikontrol oleh *selonoid valve* dan *timer*. Setelah dilakukan identifikasi salah satu dari kedua piston tidak bekerja sehingga operasi berjalan *abnormal*. Perlu dilakukan perbaikan dan regenerasi *silica gel* sehingga dapat digunakan kembali.

Kata kunci : *air dryer*, udara tekan, *silica gel*

PENDAHULUAN

Sistem udara tekan yang digunakan pada fasilitas laboratorium Radiometalurgi dihasilkan dari mesin udara tekan/kompresor yang dipasang dari Gedung 21 MES fasilitas Radiometalurgi. Jenis kompresor yang digunakan dalam kondisi normal adalah jenis *screw* dan dalam kondisi emergensi adalah jenis torak. Dalam operasinya, kedua jenis kompresor tersebut selain menghasilkan udara tekan juga menghasilkan kondensasi dari uap air akibat proses kompresi.

Kondensasi uap air hasil kompresi ini sangat merugikan jika masuk dalam ke sistem peralatan laboratorium seperti peralatan *barrel lifting device* yang menggunakan sistem hidrolis/*pneumatic* pada saat beroperasi. Selain mengakibatkan korosi juga menghasilkan air yang dapat memicu kerusakan pada panel *pneumatic*.

Sistem udara tekan yang dipasang dari gedung 21 MES fasilitas Radiometalurgi telah didesain sejak awal untuk memenuhi kebutuhan laboratorium dalam kondisi bersih

dan kering, artinya sistem udara tekan yang dihasilkan sudah melewati beberapa peralatan pendukung seperti tangki bejana tekan, *pre-filter*, *after-filter*, *air dryer* jenis *refrigerant* dan *air dryer* jenis *desiccant*.

Suatu hasil udara bertekanan dikatakan bersih dan kering jika udara tekan yang dihasilkan tidak mengandung kotoran, kandungan uap air dan uap oli serta harus sesuai dengan standar ANSI/ISA-7.0.01-1996 mengenai: *Quality Standard for Instrument Air*. Di standar ini dikatakan bahwa tingkat kekeringan udara *instrument air* diukur dari *dew point* temperaturnya yaitu 10 °C di bawah suhu minimum lingkungan dimana *instrument* itu terpasang. Artinya semakin nilai *dew point* temperaturnya semakin rendah maka akan semakin baik kualitas udara tekan yang dihasilkan untuk *instrument air*.^[2] Biasanya nilai keberterimaan *dew point temperature* suatu peralatan udara tekan saat uji fungsi adalah berkisar -10 °C semakin rendah akan semakin baik untuk peralatan yang menggunakan udara tekan. *Dew point temperature* adalah temperatur dimana udara yang mengandung uap air mulai mengembun dan uap airnya terpisah dan terkumpul di suatu tempat dan kemudian di buang ke tempat pembuangan sehingga udara terkompresi menjadi kering (*dry air*)^[2].

Peralatan kompresor menghasilkan udara tekan yang pada dasarnya bersih tetapi tidak sepenuhnya kering sehingga perlu ditambahkan suatu alat pendukung untuk meningkatkan kekeringan udara tekan. *Air dryer* atau pengering udara merupakan suatu perangkat yang berfungsi untuk menghilangkan kandungan uap air yang dihasilkan oleh kompresor sehingga menghasilkan udara bertekanan yang kering.

Instalasi Radiometalurgi menggunakan dua jenis *air dryer* yaitu jenis *refrigerant* dan jenis *desiccant* yang dirangkai menjadi satu sistem agar dapat menghasilkan udara kering yang sesuai dengan standar. Kedua jenis *air dryer* ini memiliki cara kerja dan hasil yang berbeda *air dryer* jenis *refrigerant* dapat menghasilkan *dew point temperature* sebesar 2 °C dan *air dryer* jenis *desiccant* dapat menghasilkan *dew point temperature* sebesar -40 °C.

Dari kedua jenis ini, *air dryer* jenis *desiccant* memiliki kemampuan untuk menghasilkan *dew point temperature* lebih baik dari jenis *refrigerant*, tetapi jenis *refrigerant* ini diperlukan untuk menurunkan temperatur udara sehingga menghasilkan kelembaban yang mempengaruhi besaran *dew point temperature*.

Air dryer jenis *desiccant* AD.234 merupakan salah satu dari empat *air dryer* jenis *desiccant* yang dimiliki fasilitas Radiometalurgi, semua beroperasi secara bergantian

menurut jadwal operasi. Dari hasil evaluasi yang telah dilakukan, ternyata telah terjadi penurunan fungsi dari *air dryer* AD.234. Indikasi yang diperoleh dari hasil evaluasi adalah hasil udara tekan yang dikeluarkan/didistribusikan ke sistem masih mengandung butiran-butiran air hal tersebut hasil dari akumulasi pada sistem distribusi pemipaan. Indikasi lainnya adalah adanya perubahan warna pada *silica gel* yang digunakan bahan penyerap air pada *air dryer* jenis *desiccant*, perubahan warna dari berwarna biru menjadi merah muda (pink) terjadi apabila *silica gel* sudah mengalami kejenuhan sehingga kemampuan menyerap air yang terkandung dalam udara akan menurun. Selain kedua indikasi di atas, penurunan fungsi juga terjadi pada sistem *automatic piston valve* yang berfungsi sebagai proses regenerasi.

Dari hasil evaluasi ini, *air dryer* AD.234 memerlukan perbaikan dan perawatan secara total (*overhaul maintenance*) agar peralatan ini dapat beroperasi dan digunakan kembali sebagai bagian dari sistem udara tekan fasilitas Radiometalurgi.

TEORI

Dalam standar ANSI/ISA-7.0.01-1996 diatur tentang bagaimana mengenai kualitas dari udara bertekanan untuk *instrument air* dengan lingkup sebagai berikut : [2]

- a. Untuk memberikan batasan kadar air dalam udara berkualitas instrumen;
- b. Untuk memberikan batasan ukuran partikel dan kandungan minyak yang dipercayakan dalam udara berkualitas instrumen;
- c. Untuk membangun kesadaran tentang kemungkinan sumber kontaminasi korosif atau beracun memasuki sistem udara melalui hisap kompresor, sistem udara koneksi, atau koneksi udara instrumen yang terhubung langsung ke proses;
- d. Untuk menetapkan tekanan pasokan udara standar (dengan nilai batas) dan rentang operasi untuk perangkat pneumatik;
- e. Untuk menentukan rentang sinyal transmisi pneumatik yang digunakan dalam pengukuran dan kontrol sistem antar elemen sistem.
- f. Untuk menetapkan kriteria pengujian kepatuhan dengan standar udara berkualitas instrumen.

Pada halaman 11 bab 5.1 pada standar ANSI/ISA-7.0.01-1996 berbunyi: titik embun tekanan yang diukur pada saluran pengering harus paling sedikit 10 ° C (18 ° F) di bawah suhu minimum di mana bagian mana pun dari sistem udara instrumen terpasang. Pada bab 5.2 berbunyi: ukuran partikel maksimum 40 mikrometer dalam sistem udara

instrumen dapat diterima oleh mayoritas perangkat *pneumatic*. Pada halaman 17 B.1.1 berbunyi: Komponen utama dari sistem pasokan udara harus terdiri dari:

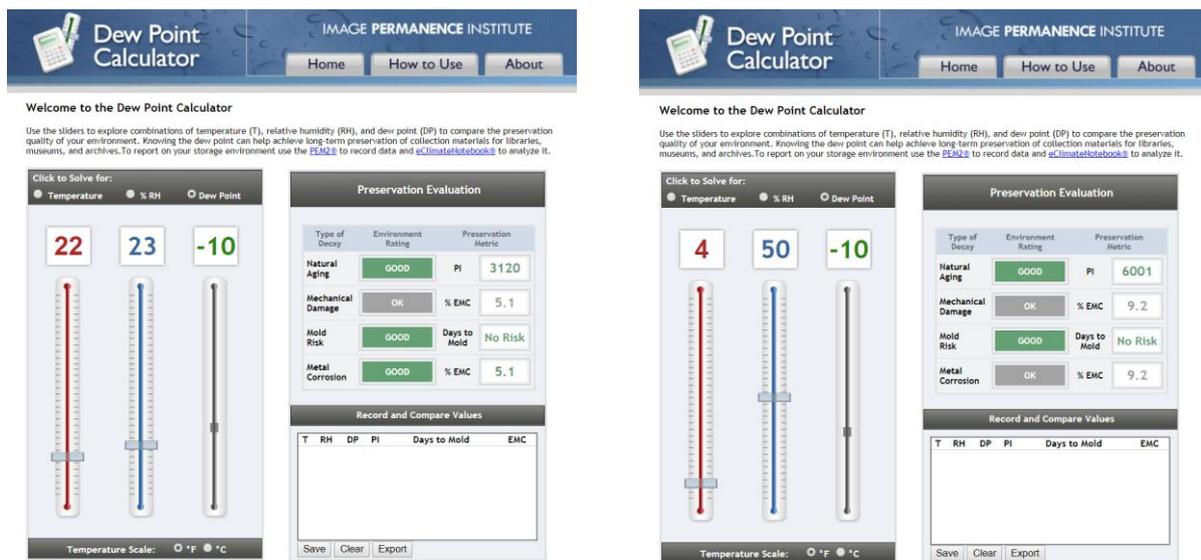
- a. *Filters*
- b. *After cooler*
- c. *Moisture separators* (pemisah kelembaban)
- d. *Compressors* (kompresor)
- e. *Pressure regulators* (pengatur Tekanan)
- f. *Air treatment systems* (sistem pengolahan udara, misal: pengering udara/*air dryer*)
- g. *Pressure-relief devices* (perangkat pelepas tekanan)
- h. *Air receivers* (tandon udara)
- i. *Piping* (pemipaan)
- j. *Drain traps* (pembuangan)

Dari standar diatas dapat diketahui bahwa kualitas dari udara tekan ditentukan oleh banyak komponen. Hal yang paling menentukan bahwa udara tekan itu bersih dan kering adalah *filter* dan pengering udara (*air dryer*). Pada halaman 18 dan 19, B.1.1.6 dibahas tentang fungsi dari *filter* yaitu untuk membatasi cairan, minyak dan air, sedangkan sistem pengolahan udara yaitu pengering udara (*air dryer*) berfungsi untuk menghilangkan kelembaban dari udara bertekanan [2].

Dari website: www.dpcalc.org dapat kita ketahui bagaimana simulasi untuk mencari besaran *dew point temperature* yang sesuai standar ANSI/ISA-7.0.01-1996 yaitu dengan mengatur besaran temperatur dan kelembaban udara tekan. Gambar 1 memperlihatkan simulasi bagaimana untuk mengatur besaran *dew point temperature* hingga -10°C , maka besaran temperatur dan kelembaban harus diatur. Untuk melakukan pengaturan (*Air treatment systems*) tersebut, maka dibutuhkan suatu peralatan yang dapat mengkondisikan temperatur dan kelembaban suatu udara tekan yang dihasilkan oleh kompresor.

METODOLOGI

Pengering udara (*air dryer*) merupakan peralatan yang dapat digunakan untuk mengkondisikan temperatur dan kelembaban suatu udara tekan.



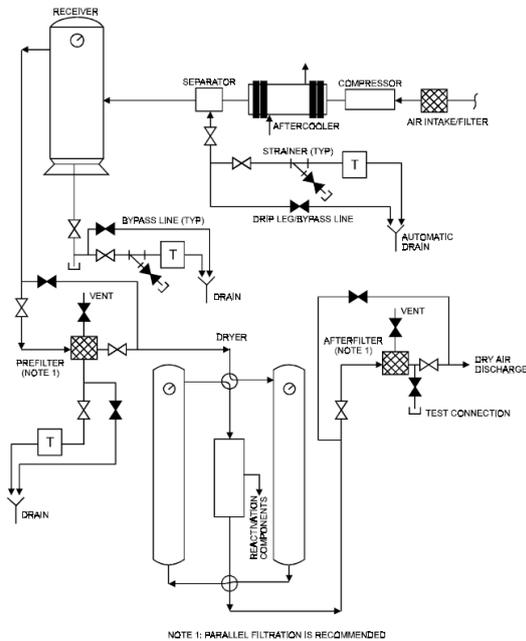
Gambar 1. Memperlihatkan simulasi untuk menentukan besaran *dew point* temperature hingga -10°C

Secara umum ada dua jenis pengering udara (*air dryer*) yang sering digunakan pada industri yang menggunakan udara tekan yaitu *air dryer* jenis *refrigerant* dan *air dryer* jenis *desiccant*.

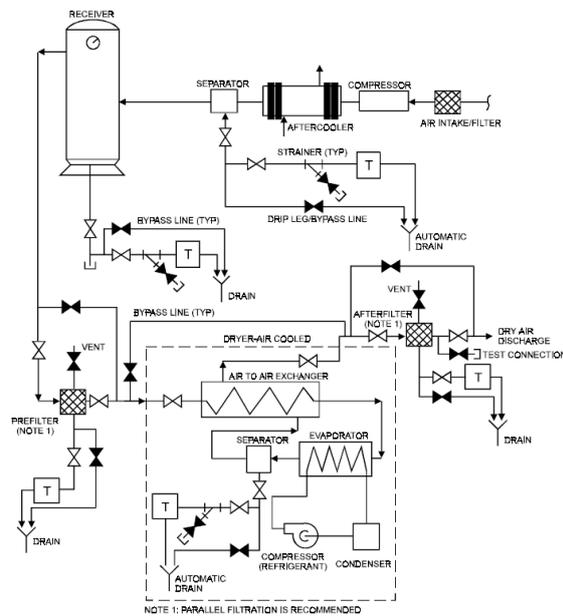
Prinsip kerja *air dryer* jenis *refrigerant* adalah udara tekan dikeringkan dengan cara mendinginkannya. Prinsip kerja ini sesuai dengan sifat uap air yang akan mengembun pada temperatur rendah. Udara kering yang dapat dihasilkan *air dryer* jenis *refrigerant* umumnya memiliki *dew point* sebesar 2 derajat Celcius.

Prinsip kerja *air dryer* jenis *desiccant* adalah sebagai berikut udara tekan dikeringkan dengan cara dimasukan ke dalam tabung melewati bahan penyerap kandungan air seperti silica gel/alumina aktif/molecular sieve/zat *desiccant* lalu dialirkan keluar. Pada suatu interval waktu tertentu, zat *desiccant* akan mencapai titik jenuhnya sehingga memerlukan proses regenerasi. Sebagian udara kering dialirkan ke tabung sehingga kandungan air yang terkandung di dalam zat pengering dikeluarkan. Pada proses regenerasi ini, udara kompresi tidak boleh dialirkan ke dalam tabung, sehingga umumnya pada industri-industri besar yang mengkonsumsi banyak *instrument* air menggunakan *desiccant air dryer twin tower*, sehingga proses pengeringan udara dan regenerasi dari masing-masing tabung bisa bergantian. Udara kering yang dihasilkan oleh *air dryer desiccant* umumnya memiliki nilai *dew point* sebesar -40 derajat Celcius.

Bagian komponen utama (*air treatment systems*) suatu sistem pasokan udara yang dilengkapi oleh pengering udara (*air dryer*) jenis *desiccant* dan gambar 3 memperlihatkan bagian komponen utama (*air treatment systems*) suatu sistem pasokan udara yang dilengkapi oleh pengering udara (*air dryer*) jenis *refrigerant*.^[2]



Gambar 2. komponen utama (*air treatment systems*) suatu sistem pasokan udara yang dilengkapi oleh pengering udara (*air dryer*) jenis *desiccant*



Gambar 3. Komponen utama (*air treatment systems*) suatu sistem pasokan udara yang dilengkapi oleh pengering udara (*air dryer*) jenis *refrigerant*.

Silica gel merupakan hasil dari penggumpalan *sol natrium silikat* (NaSiO_2) yang berbentuk butiran padat seperti kaca. Pada setiap butiran mengandung berjuta-juta nanoporous dengan ukuran 2,4 nanometer. Fungsi utama dari produk ini sebagai penyerap kelembapan udara yang berlebih. Biasanya, produk ini digunakan dalam sebuah kemasan atau ruang penyimpanan. Selain itu, bahan penyerap kelembapan ini mencegah kerusakan karena jamur, bakteri, korosi, dll. Saat ini, produk tersebut tersedia dalam berbagai jenis, diantaranya *silica gel* putih, *silica gel* natural, serta *silica gel* biru. (lihat gambar 5)



Gambar 4. Memperlihatkan berbagai jenis *silica gel* diantaranya *silica gel* putih, *silica gel* natural dan *silica gel* biru

Silica gel biru merupakan jenis paling akhir dimana penggunaannya telah dibatasi. Pembatasan silica gel ini disebabkan oleh adanya kandungan *cobalt chloride* yang berfungsi sebagai zat aditif.

Silica gel berwarna biru ini digunakan sebagai indicator kejenuhan. Warna biru mengindikasikan bahwa produk tersebut masih aktif. Biasanya, warna akan berubah menjadi pink atau merah saat sudah tidak lagi menyerap kelembaban. Kelebihan dari silica gel biru yaitu memiliki daya serap yang sangat tinggi, tahan lama, dan mencegah pertumbuhan jamur.

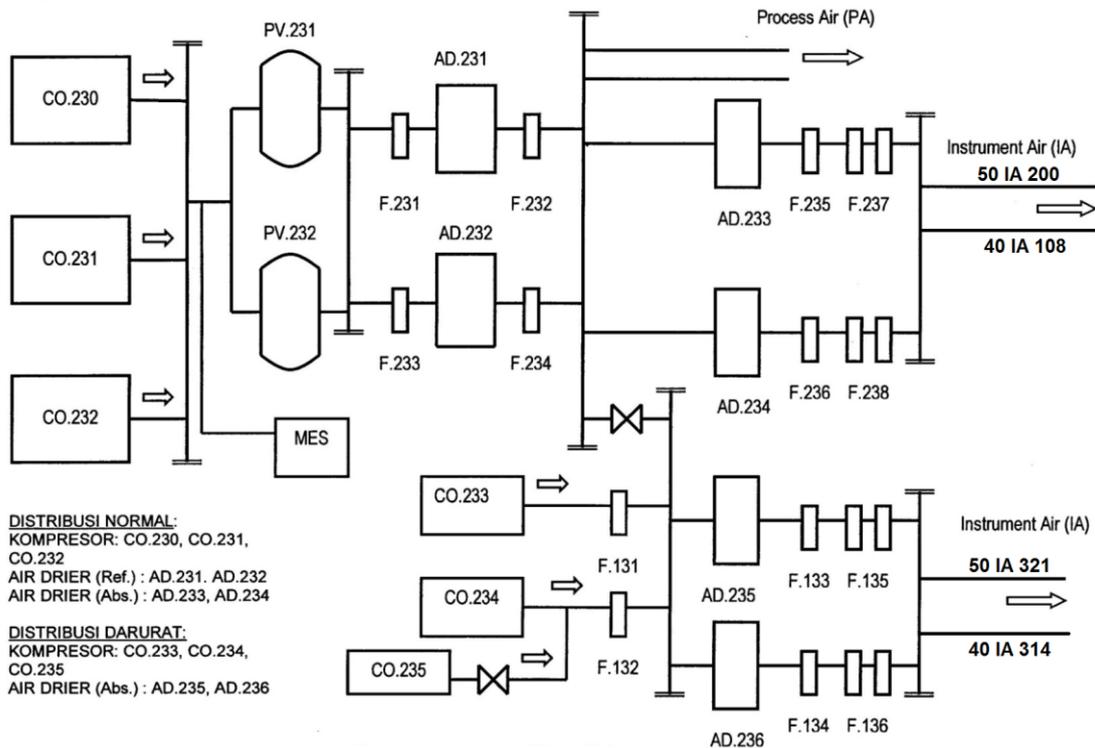
HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil pengamatan pada instalasi sistem udara tekan untuk Fasilitas Radiometalurgi yang telah dioperasikan sejak tahun 1990, instalasi sistem udara tekan masih memenuhi persyaratan yang sesuai dengan standar ANSI/ISA-7.0.01-1996, hal ini bisa dilihat dari dokumen dan gambar diagram sistem udara tekan. Gambar 5 memperlihatkan diagram alir sistem udara tekan fasilitas Radiometalurgi.

Secara disain sistem udara tekan sudah sesuai persyaratan standar ANSI/ISA-7.0.01-1996 pada halaman 17 B.1.1 berbunyi: Komponen utama dari sistem pasokan udara tekan harus terdiri dari:

- a. *Filters*
- b. *After cooler*
- c. *Moisture separators* (pemisah kelembaban)

- d. *Compressors* (kompresor)
- e. *Pressure regulators* (pengatur tekanan)
- f. *Air treatment systems* (sistem pengolahan udara, misal: pengering udara/*air dryer*)
- g. *Pressure-relief devices* (perangkat pelepas tekanan)
- h. *Air receivers* (tandon udara)
- i. *Piping* (pemipaan)
- j. *Drain traps* (pembuangan)



Gambar 5. Diagram alir sistem udara tekan fasilitas Radiometalurgi.

Sesuai dengan Gambar 5 diatas, diagram alir sistem udara tekan fasilitas Radiometalurgi, bahwa penggunaan udara tekan terbagi atas dua bagian, yaitu penggunaan udara tekan untuk *proces air* (PA) dan *instrument air* (IA). Udara tekan *proces air* (PA) pada fasilitas Radiometalurgi digunakan untuk memenuhi kebutuhan sistem tata udara (VAC) seperti damper *exhaust* dan damper *supply*. Udara tekan *Instrument air* (IA) pada fasilitas Radiometalurgi digunakan untuk memenuhi kebutuhan peralatan laboratorium seperti *barrel lifting device* pada *hotcell* 101 yang digunakan untuk memindahkan limbah padat radioaktif ke tempat penyimpanan sementara di ruang 013 *basement*.

Dari disain sistem udara tekan di fasilitas radiometalurgi dirancang untuk memenuhi standar fasilitas nuklir, oleh sebab itu kualitas dari udara tekan diharapkan bersih dan kering (*dew point temperature*: $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Diketahui bahwa untuk mendapatkan besaran *dew point temperature* dapat dihasilkan dengan cara mengatur temperatur dan kelembaban udara tekan, sehingga disain sistem udara tekan di fasilitas radiometalurgi dihasilkan dari proses perpaduan *air dryer* jenis *refrigerant* dan *air dryer* jenis *desiccant*. *Air dryer* jenis *refrigerant* hanya dapat menghasilkan besaran *dew point temperature* $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ dengan menghasilkan temperatur rendah. Sedangkan *air dryer* jenis *desiccant* dapat menghasilkan *dew point temperature*: $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ dengan menghasilkan kelembaban yang rendah.

Udara tekan untuk *instrument air* (IA) di fasilitas radiometalurgi dihasilkan dari dua sumber listrik yaitu sumber listrik normal (PLN) dan sumber listrik emergensi (Generator set). Dari kedua sumber ini, *air dryer* jenis *desiccant* selalu digunakan karena memiliki keunggulan menghasilkan *dew point temperature* hingga $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Instrument air (IA) dari operasi listrik normal didistribusikan melalui pipa dengan kode : 50 IA 200 untuk memenuhi kebutuhan peralatan-peralatan *hot cell* (ZG 101 s.d ZG 112); ruang 143, service area; ruang 140, operating area; ruang 136, LA laboratorium, sedangkan pipa dengan kode 40 IA 108 didistribusikan untuk memenuhi kebutuhan peralatan-peralatan ruang 001 waste cell; ruang 017 *Hot workshop*; ruang 021 *Decoshop*. Oleh karena persyaratan dan kebutuhan memenuhi kinerja peralatan laboratorium fasilitas radiometalurgi, maka peralatan yang mendukung harus dalam keadaan yang baik.

Evaluasi dari kegiatan ini adalah bahwa secara sistem, udara tekan yang dihasilkan oleh mesin kompresi memenuhi kebutuhan tekanan yang diinginkan, tetapi secara mutu *dew point temperature* udara tekan belum dipenuhi. Hal ini disebabkan oleh karena *air dryer* jenis *desiccant* yang dimiliki oleh fasilitas radiometalurgi mengalami penurunan fungsi baik sistem mekanik maupun sistem elektrik.

Kerusakan AD. 234 adalah sebagai berikut:

a. Sistem mekanik

1. 4 way valve solenoid (*pneumatic*)

Adalah alat katup listrik yang memiliki kumparan, ketika kumparan mendapatkan tegangan maka kumparan tersebut akan berubah menjadi medan magnet sehingga menggerakkan piston pada bagian dalamnya.

Pada umumnya solenoid valve pneumatic ini mempunyai tegangan kerja 100/200 VAC namun ada juga yang mempunyai tegangan kerja DC.

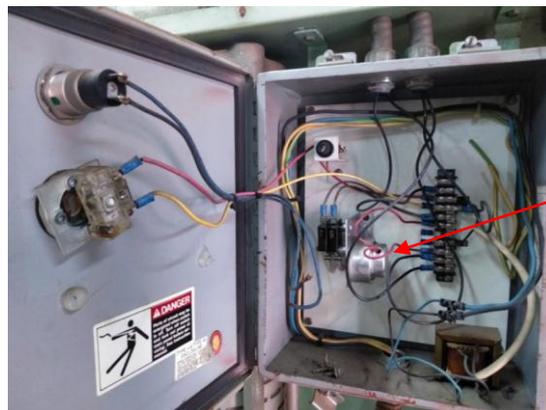


Gambar 6. Komponen utama air dryer jenis *desiccant 4 way valve solenoid (pneumatic)*

2. Bahan penyerap (*silica gel*) yang digunakan telah mengalami kejenuhan *Silica gel* merupakan hasil dari penggumpalan *sol natrium silikat* (NaSiO_2) yang berbentuk butiran padat seperti kaca.

b. Sistem elektrik

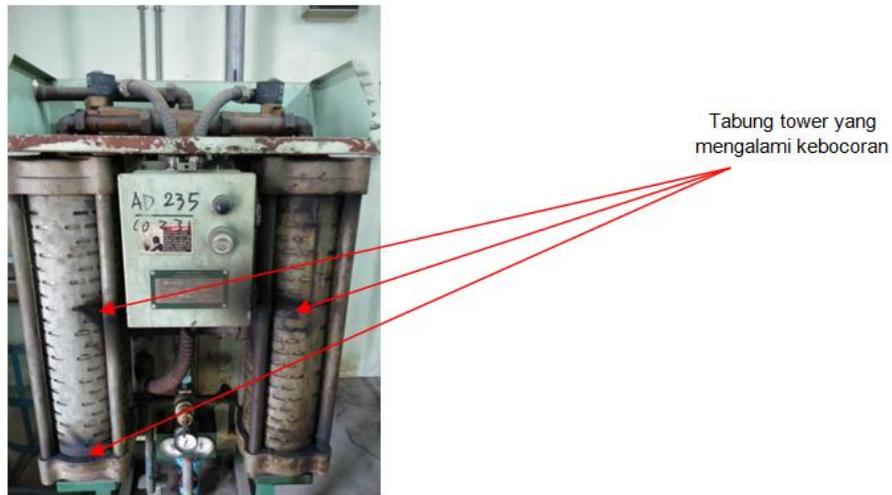
1. alat pengatur waktu (*timer*) yang berfungsi sebagai pengatur 4 way valve solenoid (*pneumatic*)



Alat pengatur waktu (timer)

Gambar 7. Komponen alat pengatur waktu (*timer*) yang harus dimodifikasi

Evaluasi juga dilakukan pada *air dryer* jenis *desiccant* yang lainnya (AD. 233; AD. 235; AD. 236) dan masing-masing mengalami kerusakan yang berbeda, tetapi secara umum kerusakan yang terjadi adalah bahan penyerap (*silica gel*) yang digunakan telah mengalami kejenuhan.



Gambar 8. *Air dryer* jenis *desiccant* yang lainnya yang mengalami kerusakan AD. 235

Perlu dilakukan *revitalisasi* secara keseluruhan baik komponen utama maupun komponen pendukung, untuk sistem udara tekan agar dapat memenuhi standar fasilitas nuklir dengan kualitas yang baik (bersih dan kering dengan besaran *dew point temperature*: $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$).

KESIMPULAN

Udara tekan yang dihasilkan oleh mesin kompresi dari MES memenuhi kebutuhan tekanan yang diinginkan laboratorium fasilitas Radiometalurgi, tetapi secara mutu *dew point temperature* udara tekan belum bisa dipenuhi.

Hal ini disebabkan oleh karena *air dryer* jenis *desiccant* yang dimiliki oleh fasilitas radiometalurgi mengalami penurunan fungsi baik sistem mekanik maupun sistem elektrik.

Perlu dilakukan perbaikan dan modifikasi panel elektrik, sehingga *air dryer* jenis *desiccant* dapat bekerja secara optimal.

DAFTAR PUSTAKA

1. PTBN, Laporan Analisis Keselamatan IRM, No. Dok. KK32J09001 Rev. 0, 2011.
2. *Installation, operating and maintenance Manual for Deltech G series heatless dryer*
3. Anonym, Blue print drawing : *compressed air system*; project: *Radio Metallurgy Installation, 1987*

4. Operating Manual Compressed air sytem. project: *Radio Metallurgy Installation, 1987*
5. Standar ANSI/ISA-7.0.01-1996: *Quality Standard for Instrument Air*
6. www.dpcalc.org