

## PEMANTAUAN BEDA TEKANAN AREA PCP SEBAGAI BAGIAN DARI EVALUASI KINERJA SISTEM VAC IEBE

Tonny Siahaan, Yuwono, Kusyanto  
Pusat Teknologi Bahan Bakar Nuklir

### ABSTRAK

Telah dilakukan pemantauan beda tekanan area PCP sebagai bagian dari evaluasi kinerja sistem VAC IEBE selama tahun 2018. Laboratorium PCP (*Pilot Conversion Plant*) adalah bagian dari Instalasi Elemen Bakar Eksperimental (IEBE) yang digunakan sebagai sarana penelitian konversi *yellow cake* menjadi serbuk  $UO_2$ . Sistem VAC pada fasilitas ini tergolong VAC aktif yang dirancang untuk menciptakan tekanan negatif di dalam ruangan dan *glove box* di dalam fasilitas ini. Evaluasi dilakukan dengan cara memantau beda tekanan udara di dalam ruangan terhadap udara luar dan beda tekanan filter udara buang selama satu tahun. Pengukuran tekanan udara ruangan dilakukan dengan menggunakan barometer *portable* Lutron ABH-4225 dengan cara mengukur tekanan udara luar dan tekanan udara di dalam ruangan. Dari hasil pengukuran diketahui bahwa tekanan negatif ruangan HR.36 mengalami perubahan yang fluktuatif. Tekanan *filter exhaust* tidak mengalami perubahan signifikan sejalan dengan umur pemakaian filter selama satu tahun operasi.

**Kata kunci:** sistem ventilasi instalasi nuklir, PCP, IEBE

### PENDAHULUAN

Instalasi Elemen Bakar Eksperimental (IEBE) dirancang memiliki tiga fasilitas yang utama yaitu Laboratorium FFL (*Fuel Fabrication Laboratory*), PCP (*Pilot Conversion Plant*) dan Berilium Area. Laboratorium PCP adalah bagian dari IEBE yang digunakan sebagai sarana penelitian konversi *yellow cake* menjadi serbuk  $UO_2$  berderajat nuklir dengan kapasitas 100 kg per hari. Sebagai Instalasi Nuklir Non Reaktor (INNR) masing-masing fasilitas dilengkapi dengan sistem Ventilasi dan pengkondisian udara (VAC-*Ventilation and Air Conditioning*) secara terpisah.

Sistem VAC berfungsi sebagai sarana utama untuk menjamin keselamatan bagi pekerja radiasi di dalam gedung dan lingkungan. Sistem VAC Area PCP dioperasikan untuk mengatur temperatur dan kelembaban udara di dalam ruangan serta untuk menciptakan tekanan udara lebih rendah di dalam gedung laboratorium dibandingkan dengan tekanan udara di luar gedung serta menjaga tekanan *negative* pada *glove box* yang terpasang di area PCP. Sistem VAC juga menciptakan pola alir udara ruangan di dalam gedung sehingga udara mengalir dari ruang berpotensi tingkat radioaktivitas rendah menuju ruangan dengan potensi radioaktivitas yang lebih tinggi. Kemudian udara buang dialirkan ke lingkungan melalui cerobong setelah terlebih dahulu disaring melewati filter

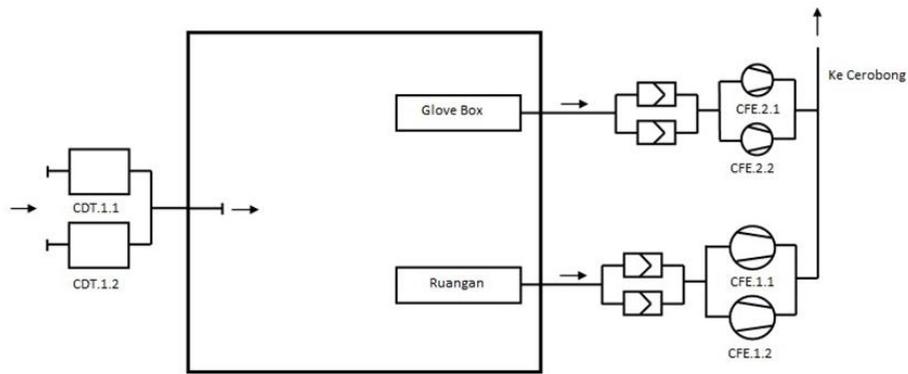
HEPA sehingga udara yang dilepaskan ke lingkungan berada dalam batas ambang keselamatan nuklir yang dipersyaratkan.

Evaluasi dilakukan dengan pengukuran tekanan udara di ruangan HR.36 dan di luar gedung untuk mengetahui perubahan beda tekanan (tekanan negatif) selama satu tahun. Perubahan tekanan negatif di dalam ruangan dapat terjadi bila mana ada kenaikan tekanan pada filter udara buang ataupun gangguan operasi *dampers*. Jika filter udara jenuh maka dapat terjadi penurunan laju alir udara yang dihisap dari ruangan sehingga dapat mempengaruhi besaran tekanan negatif ruangan. Selain pemantauan tekanan udara ruangan juga dilakukan pemantauan kondisi filter dengan mencatat beda tekanan udara pada filter udara buang pada sistem VAC PCP.

Sistem VAC pada Laboratorium PCP terdiri dari sistem udara Supply dan sistem udara buang. Sistem udara supply terdiri dari dua unit AHU (*Air Handling Unit*) yang terdiri dari filter udara, koil pendingin dan *blower*. Air dingin (*chilled water*) yang dihasilkan mesin pendingin air (*water chiller*) dialirkan melalui koil pendingin kemudian bersinggungan dengan udara yang mengalir melalui celah-celah pada koil pendingin. Udara dingin disalurkan ke dalam ruangan melalui saluran udara. Sistem udara buang terdiri dari dua bagian yaitu sistem udara buang ruangan (CFE.1) melayani udara buang dari ruangan dan sistem udara buang *glove box* (CFE.2) menjaga tekanan negatif pada *glove box* yang berada di area PCP. Masing-masing sistem udara buang tersebut terdiri dari filter HEPA dan *blower* yang dirangkai dengan saluran udara buang menuju saluran utama untuk mengalirkan udara buang ke udara luar atau lingkungan melalui cerobong (Gambar 1).

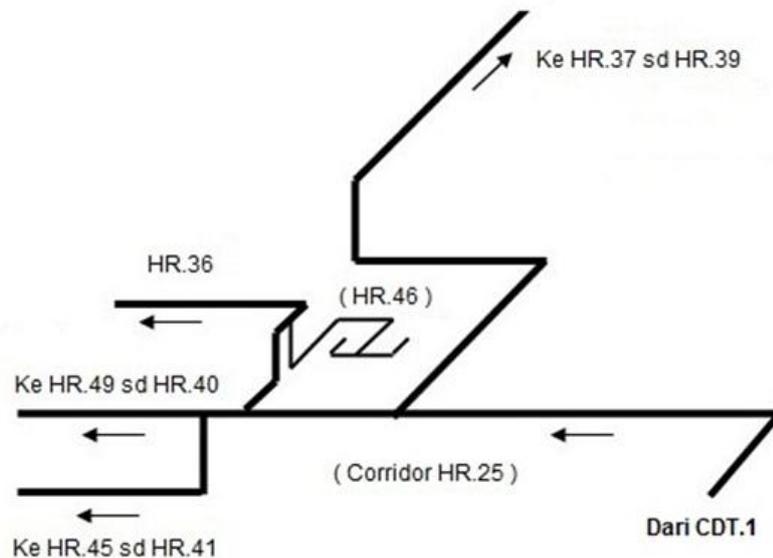
Masing-masing unit AHU dan *blower* udara buang terdiri dari dua unit sebagai berikut :

- Sistem udara supply terdiri dari CDT.1.1 dan CDT.1.2
- Sistem udara buang ruangan terdiri dari CFE.1.1 dan CFE.1.2
- Sistem udara buang *glove box* terdiri dari CFE.2.1 dan CFE.2.2



Gambar 1. Sistem VAC area PCP

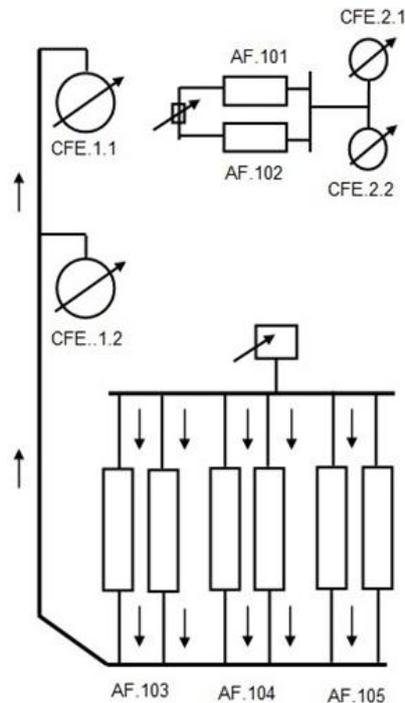
AHU sistem udara *supply* terpasang di atap lantai dua bersebelahan dengan ruang HR.51 (ruangan *exhaust*) terdiri dari dua unit (CDT.1.1 dan CDT.1.2) yang dioperasikan bergantian. Udara *supply* dari AHU disalurkan melalui saluran udara dari AHU melalui saluran utama (*main duct*) memasuki ruangan di bagian atas koridor HR.25 kemudian dibagi ke masing-masing ruangan seperti HR.36, HR.45 dan ruangan lain yang termasuk dalam area PCP (Gambar 3).



Gambar 3. Diagram cabang saluran utama *supply*

Udara buang dari ruangan disalurkan menuju *filter* udara buang dibagi dalam 6 unit rumah *filter* yang masing-masing berisikan 6 buah *prefilter* dan *filter* HEPA (Gambar 4). Prefilter ditempatkan sebelum *filter* HEPA untuk memperpanjang umur pakai dari filter

HEPA. Rumah *filter* udara buang tersebut ditempatkan di dalam satu ruangan dengan kipas udara buang di ruangan HR.51.



Gambar 4. Diagram cabang utama *exhaust*

Untuk memantau beda tekanan *filter* maka rumah *filter* dilengkapi dengan alat ukur beda tekanan (*pressure differential*) dimana satu alat ukur digunakan secara paralel untuk tiap dua rumah *filter* (Gambar 5), masing-masing untuk *prefilter* dan *filter* HEPA.



Gambar 5. Kotak *filter* udara buang dan alat ukur beda tekanan

*Filter* HEPA yang terpasang pada sistem udara buang berfungsi untuk menangkap partikel-partikel radioaktif yang terkandung di dalam udara buang sehingga udara buang yang dilepaskan ke lingkungan melalui cerobong berada dalam ambang batas

keselamatan sesuai persyaratan. Kondisi filter akan mempengaruhi laju alir udara yang mengalir, jika filter dalam keadaan kotor maka hambatan udara semakin besar jika dibandingkan dalam keadaan bersih. Sejalan dengan umur pemakaian filter udara buang akan terjadi kenaikan beda tekanan *filter* sehingga akan menimbulkan laju udara buang menurun sehingga beda tekanan udara ruangan akan semakin besar pula.

Ditinjau dari aktivitas di dalam area PCP, maka ruang HR.36 (*principal hall*) adalah ruangan yang memiliki potensi bahaya kontaminasi udara paling tinggi, maka tekanan udara di dalam ruangan ini selalu dipantau dan dilaporkan kepihak BAPETEN. Saluran udara di dalam ruangan ini baik di sisi udara masuk dan udara buang dipasang *damper* yang dapat diatur untuk mempertahankan tekanan udara lebih rendah dari tekanan udara luar secara otomatis.

Beberapa persyaratan operasi yang harus dipenuhi:

- Beda tekanan udara pada ruang HR.36 adalah -3 s.d. -5 mmH<sub>2</sub>O (-30 sd-50 Pa)
- Tekanan udara di *glove box* -20 mmH<sub>2</sub>O (-200 Pa)
- Beda tekanan filter udara buang (HEPA) dalam kondisi jenuh 650 Pa

## METODOLOGI

Untuk mengukur tekanan udara di dalam dan di luar ruangan digunakan alat ukur portable merk Lutron model ABH-4225 (*Vane Anemometer Barometer Humidity Temperature*). Tekanan negatif ruangan diperoleh dengan mengukur tekanan udara di luar ruangan dan di dalam ruangan diperoleh besaran tekanan negatif sebagai selisih tekanan udara ruangan dengan tekanan udara luar.



Gambar 6. Alat ukur tekanan udara Lutron model ABH-4225

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Hasil pengukuran tekanan udara tahun 2018

| Bulan Pengukuran | Beda Tekanan, Pa |         |          |
|------------------|------------------|---------|----------|
|                  | Rata-rata        | Minimum | Maksimum |
| Januari          | 40.80            | 31.30   | 47.60    |
| Pebruari         | 42.18            | 28.60   | 47.60    |
| Maret            | 35.88            | 27.20   | 46.30    |
| April            | 34.30            | 29.90   | 42.10    |
| Mei              | 41.38            | 36.70   | 50.30    |
| Juni             | 31.60            | 27.20   | 40.80    |
| Juli             | 38.75            | 34.00   | 40.8     |
| Agustus          | 43.34            | 34.00   | 50.4     |
| September        | 49.50            | 38.10   | 59.80    |
| Oktober          | 53.05            | 44.90   | 62.60    |
| Nopember         | 53.40            | 43.50   | 62.60    |
| Desember         | 45.25            | 40.10   | 40.10    |

Tabel 2. Data tekanan *filter exhaust* periode Juli s.d. Desember 2018

| Kode Filter | AlatUkur | Tekanan <i>filter exhaust</i> , Pa |         |           |         |          |          |
|-------------|----------|------------------------------------|---------|-----------|---------|----------|----------|
|             |          | Juli                               | Agustus | September | Oktober | Nopember | Desember |
| AF.103      | DPI.105  | 520                                | 520     | 520       | 520     | 520      | 520      |
|             | DPI.106  | 520                                | 520     | 520       | 520     | 520      | 520      |
| AF.104      | DPI.107  | 520                                | 520     | 520       | 520     | 520      | 520      |
|             | DPI.108  | 520                                | 520     | 520       | 520     | 520      | 520      |
| AF.105      | DPI.109  | 520                                | 440     | 440       | 440     | 460      | 460      |
|             | DPI.110  | 420                                | 380     | 380       | 380     | 380      | 380      |
| AF.101      | DPI.101  | 380                                | 380     | 380       | 380     | 380      | 380      |
|             | DPI.102  | 380                                | 380     | 380       | 380     | 380      | 380      |
| AF.102      | DPI.103  | 380                                | 380     | 380       | 380     | 380      | 380      |
|             | DPI.104  | 380                                | 380     | 380       | 380     | 380      | 380      |

**Catatan:** Data dari bulan Januari sampai Juni tidak ditampilkan dalam tabel di atas, karena nilai sama yang ditampilkan pada alat ukur yang berarti tidak terjadi perbedaan data yang nyata

Hasil pengukuran tekanan negatif dalam ruangan HR.36 (Table 1) tampak nilainya berfluktuasi namun berada lebih besar dari nilai yang dipersyaratkan (30 – 50 Pa). Namun jika dilihat nilai minimum ada juga yang di bawah batas minimum (> -30 Pa) yaitu nilai

terkecil -27.20 Pa. Hal ini dapat terjadi karena ada pergerakan *dampers* yang mengakibatkan fluktuasi ke nilai minimum pada saat pengukuran. Secara keseluruhan nilai tekanan negatif menunjukkan pola alir udara menuju ke dalam ruangan atau tidak ada aliran udara balik.

Data beda tekanan *filter* udara buang selama periode bulan Juli sampai September 2018 (Tabel 2) tidak mengalami perubahan yang signifikan. Informasi ini dapat juga menunjukkan bahwa laboratorium relatif bersih dari partikel debu sehingga peningkatan jumlah pengotor di dalam filter udara buang tidak signifikan.

Jika dilihat dari nilai beda tekanan yang tercatat menunjukkan bahwa tidak terjadi peningkatan yang signifikan sejalan dengan lama pemakaian. Hal ini dapat terjadi karena aktivitas di dalam ruangan yang ada di area PCP tidak menghasilkan partikel-partikel debu sehingga pengotor yang terperangkap pada filter hampir tidak ada.

## KESIMPULAN

Dari pengukuran tekanan di dalam ruangan HR.36 tidak ditemukan perubahan beda tekanan pada *filter* HEPA sejalan dengan pengoperasian selama tahun 2018 dan besaran yang diperoleh berada dalam rentang yang dipersyaratkan. Hal ini menunjukkan bahwa *dampers* pengatur beda tekanan yang terpasang berfungsi dengan baik. Demikian juga halnya informasi yang diperoleh dari pemantauan tekanan *filter* udara buang juga tidak terjadi peningkatan yang signifikan.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Anonim, Laporan Analisis Keselamatan (LAK) IEBC, rev.7 tahun 2012
2. Burchsed, C.A., *Nuclear Air Cleaning Handbook*, tahun 2003, U.S. Departemen of Energy Washington, DC
3. Siahaan, Tonny "Evaluasi Tekanan Negatif pada Laboratorium FFL", tahun 2016 Hasil-hasil Penelitian EBN, ISSN 0854-5561
4. Anonim, Program Komisioning *Pilot Conversion Plant (PCP)*, PTBN Revisi 1 2012.
5. Anonim, Sistem Dukung Operasi PCP, Diktat Pelatihan PCP, Pusdiklat BATAN 2013.
6. Anonim, Deskripsi Sistem VAC IEBC