

## UNJUK KERJA SISTEM UDARA BUANG DI AREA HR. 05 FUEL FABRIKASI LABORATORY (FFL) SELAMA TAHUN 2017

Suhatno, Yuwono  
Pusat Teknologi Bahan Bakar Nuklir

### ABSTRAK

Laboratorium.HR.05 merupakan bagian dari laboratorium *Fuel Fabrication Laboratory* (FFL) yang ada di *Instalasi Elemen Bakar Eksperimental* (IEBE) yang digunakan sebagai sarana penelitian fabrikasi elemen bakar nuklir. Laboratorium ini dilengkapi sistem *Ventilation and Air Condition* (VAC) untuk menjamin keselamatan dan kenyamanan pekerja radiasi dengan mengkondisikan tekanan negatif di ruangan, mengatur pola alir udara, menjaga kelembaban dan mengatur suhu. Sistem VAC di area Laboratorium HR.05 terdiri dari sistem udara *supply* dan sistem *exhaust*. Tekanan negatif di HR.05 merupakan selisih dari pengukuran tekanan udara diluar gedung dan pengukuran tekanan udara di area HR.05. Pengukuran tekanan udara menggunakan alat ukur barometer *portable* Lutron ABH-4225. Hasil pengukuran di dapat tekanan udara negatif di HR.05 paling rendah -24,7 mmH<sub>2</sub>O dan paling tinggi -34.0 mmH<sub>2</sub>O. *Filter HEPA* berfungsi sebagai penyaring partikel debu dari HR.05 tidak mengalami kenaikan beda tekanan yang signifikan, dan berfungsi baik. Ini ditunjukkan dari hasil pembacaan alat ukur beda tekanan udara yang terpasang di rumah *filter HEPA* paling rendah 380 Pa paling tinggi 420 Pa, belum mencapai titik jenuhnya 650 Pa. Hasil pengukuran beda tekanan udara di *filter HEPA* menunjukkan kerja sistem udara buang di HR.05 berfungsi baik dan tidak ada gangguan selama tahun 2017.

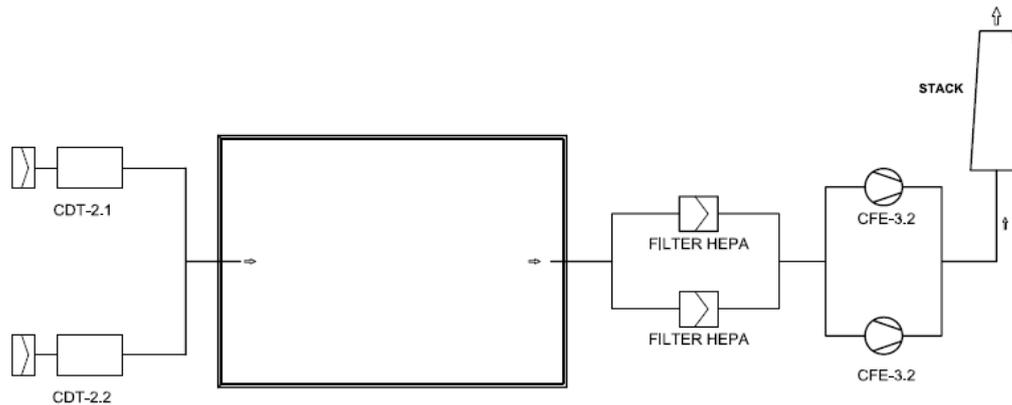
**Kata kunci:** tekanan negatif, *filter HEPA*

### PENDAHULUAN

Instalasi Elemen Bakar Eksperimen (IEBE) suatu instalasi yang mempunyai tiga fasilitas yaitu PCP *Pilot Conversion Plant* (PCP), *Fuel Fabrication Laboratory* (FFL) dan Berilium. Masing-masing fasilitas dilengkapi sistem *Ventilation and Air Condition* (VAC), secara terpisah. Sistem VAC berfungsi untuk menjamin keselamatan dan kenyamanan pekerja, dengan mengkondisikan tekanan udara lebih rendah di dalam gedung laboratorium dibandingkan dengan tekanan udara di luar gedung, mengatur pola alir udara ruangan didalam gedung. Udara mengalir dari daerah non aktif (tidak ada resiko kontaminasi) ke daerah aktif (terdapat resiko kontaminasi), kemudian dari ruangan yang tingkat potensi radioaktivitasnya rendah menuju ruangan yang tingkat potensi radioaktivitasnya lebih tinggi<sup>[1]</sup>. Sistem VAC berfungsi menjaga suhu dan kelembaban ruangan. Untuk mencegah menumpuknya kontaminan uranium (U) di dalam ruangan, mode operasi memutar ulang (*recycle*) udara tidak diperkenankan, dan harus dapat dibuang ke lingkungan setelah disaring melewati *filter HEPA*, agar udara yang di lepaskan ke lingkungan memenuhi syarat batas ambang keselamatan nuklir untuk partikel alpha tidak melebihi 2 Bq/m<sup>3</sup>[1].

Sistem VAC di area Laboratorium FFL terdiri dari sistem udara *supply* dan sistem udara buang. Sistem udara *supply* terdiri dari dua unit yaitu *CDT 2.1* dan *CDT 2.2*, masing-masing berkapasitas  $91.100 \text{ m}^3/\text{jam}$ , dioperasikan secara bergantian satu operasi satu *standby*.

Bagian-bagian CDT ada filter udara untuk menyaring udara masuk ke ruangan agar udara bersih, motor penggerak *blower*, *v-belt* sebagai transmisi motor penggerak dan *blower*, *blower* berfungsi untuk mendorong udara masuk ke ruangan yang dialirkan melewati *ducting*, dan koil pendingin. Pada koil pendingin di alirkan air dingin yang dihasilkan dari mesin pendingin air (*water chiller*) kemudian bersinggungan dengan udara yang mengalir melalui celah-celah pada koil pendingin. Udara dingin disalurkan ke dalam ruangan melalui saluran udara (*ducting*)<sup>[2]</sup>. Sistem udara buang terdiri dari dua unit yaitu *CFE 3.1* dan *CFE 3.2*, masing-masing berkapasitas  $115.700 \text{ m}^3/\text{jam}$ , dioperasikan secara bergantian, satu operasi satunya *standby*. Bagian-bagian CFE 3, *Blower* berfungsi menarik udara buang dari area FFL termasuk HR.05 menuju cerobong kemudian dibuang ke lingkungan yang sebelumnya disaring di *filter HEPA*. *Ducting* berfungsi sebagai saluran udara buang dibagian *input* maupun *output* dipasang damper yang dapat diatur untuk mengendalikan aliran udara. *Filter HEPA* yang mempunyai efisiensi 99,97 % untuk partikel berukuran 0,3 mikron, berfungsi menangkap partikel-partikel radioaktif yang ada pada udara buang, agar udara buang yang dilepaskan ke lingkungan melalui cerobong berada pada ambang batas keselamatan sesuai persyaratan LAK. Kondisi *filter HEPA* dapat mempengaruhi laju alir udara buang, jika *filter HEPA* kotor maka hambatan udara buang yang mengalir semakin besar<sup>[2]</sup>. Untuk mengetahui kondisi *filter HEPA*, rumah *filter HEPA* dilengkapi alat ukur indicator beda tekanan, jika *filter HEPA* semakin kotor maka beda tekanan meningkat sehingga menghambat aliran udara buang. *Filter HEPA* diganti baru jika beda tekanan telah mencapai 650 Pa (*filter HEPA* jenuh). Untuk tercapainya operasi yang optimal harus dilakukan minimasi berbagai gangguan (*truoble*) dengan cara senantiasa melaksanakan perawatan pencegahan (*preventif maintenance*) seperti penggantian *v-belt* yang sudah kendur, penambahan gemuk (*grease*), pengencangan baut-baut, *Sheave alignment*, pengukuran ampere motor, penggantian *HEPA filter* dan Jika perlu diadakan curative maintenance yaitu perbaikan system yang mengalami kerusakan<sup>[3]</sup>. Hasil pengukuran tekanan udara negatif di HR.05 dan pengukuran beda tekanan di *filter HEPA* ini sebagai indikator untuk mengetahui unjuk kerja sistem udara buang di HR.05 selama satu tahun. Adapun sistem udara buang di HR.05 bisa digambarkan seperti gambar 1.



Gambar 1. Sistem VAC area FFL.

Gambar 2. Kotak *filter HEPA* dan alat ukur beda tekanan.

## METODOLOGI

Mengukur tekanan udara di luar gedung dan tekanan udara di dalam gedung (HR.05) tiap satu kali seminggu, menggunakan alat ukur *anemometer portable* merk Lutron model ABH-4225 (*Vane Anemometer Barometer Humidity Temperature*). Besaran tekanan negatif ruangan diperoleh dari selisih tekanan udara di luar gedung dengan tekanan udara di dalam ruangan (area HR.05). Di dalam Tabel 1 kami tampilkan hasil pengukuran tiap bulan (hasil perhitungan rata-rata dari hasil pengukuran kontinyu setiap satu kali seminggu), selama satu tahun dari Januari s/d Desember 2017.



Gambar 2. Alat ukur tekanan udara merk Lutron model ABH-4225

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Hasil pengukuran tekanan udara di luar gedung, di lobby, di HR.05 di HR.11, dan beda tekanan udara di *filter HEPA* selama satu tahun dari bulan Januari sampai bulan Desember 2017 seperti pada Tabel 1,2 dan 3.

Tabel 1. Hasil pengukuran tekanan udara dari Januari s/d Desember tahun 2017

Bulan	Tekanan udara, mmH <sub>2</sub> O			
	Lingkungan	Lobby	HR.05	HR.11
Januari	10228,2	10228,2	10203,1	10202,7
Februari	10230,3	10230,3	10205,1	10178,6
Maret	10206,9	10206,9	10182,2	10181,9
April	10217,7	10217,4	10183,7	10183,7
Mei	10212,6	10212,6	10183,7	10183,7
Juni	10245,9	10245,9	10212,6	10216,3
Juli	10235,4	10235,4	10202,7	10204,1
Agustus	10231,6	10231,6	10201,4	10201,7
September	10225,5	10225,5	10193,2	10192,8
Oktober	10220,7	10220,7	10193,9	10192,8
Nopember	10213,9	10213,9	10186,7	10186,8
Desember	10217,7	10217,7	10199,3	10198,6

Tabel 2. Tekanan udara negatif di area HR. 05 FFL dari Januari s/d Desember tahun 2017

Bulan	Tekanan udara di HR.05 FFL (mmH <sub>2</sub> O)	Keterangan
Januari	-25,1	>-5 mmH <sub>2</sub> O
Februari	-25,2	>-5 mmH <sub>2</sub> O
Maret	-24,7	>-5 mmH <sub>2</sub> O
April	-34,0	>-5 mmH <sub>2</sub> O

Mei	-28,9	>-5 mmH <sub>2</sub> O
Juni	-33,3	>-5 mmH <sub>2</sub> O
Juli	-32,7	>-5 mmH <sub>2</sub> O
Agustus	-30,2	>-5 mmH <sub>2</sub> O
September	-32,3	>-5 mmH <sub>2</sub> O
Oktober	-26,8	>-5 mmH <sub>2</sub> O
Nopember	-27,2	>-5 mmH <sub>2</sub> O
Desember	-18,4	>-5 mmH <sub>2</sub> O

Tabel 3. Data pengukuran beda tekanan di *filter HEPA* dari Januari s/d Desember tahun 2017

Kode Filter	Alat Ukur	Beda tekanan di <i>filter HEPA</i> , (Pa)											
		Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agus	Sept	Okt	Nop	Des
AF.205	DPI.209	380	380	380	380	380	380	380	380	380	380	380	380
	DPI.210	380	380	380	380	380	380	380	380	380	380	380	380
AF.206	DPI.211	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
	DPI.212	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
AF.207	DPI.213	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	DPI.214	380	380	380	380	380	380	380	380	380	380	380	380
AF.208	DPI.215	400	400	400	dikal	400	400	400	400	400	400	400	400
	DPI.216	400	400	400	dikal	400	400	400	400	400	400	400	400
AF.209	DPI.217	380	380	380	380	400	400	400	400	400	400	400	400
	DPI.218	380	380	380	380	380	380	380	380	380	380	380	380
AF.210	DPI.219	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	DPI.220	420	420	420	420	420	420	420	420	420	420	420	420

Pada Tabel 1. Tekanan udara di area HR.05 di pengaruhi oleh sistem udara *supply* CDT.2 dan sistem *exhaust* CFE.3.

Besaran tekanan udara *supply* dapat berubah-ubah hal ini dipengaruhi oleh:

- Prosentase pembukaan damper sistem udara *supply* di ruangan HR.05  
Semakin besar prosentase pembukaan damper semakin besar juga volume udara yang masuk, berlaku sebaliknya semakin kecil prosentase pembukaan *damper* semakin sedikit pula volume udara yang masuk.
- Kondisi *ducting* jika ada kebocoran akan mengurangi volume udara yang masuk di area HR.05.
- Pengaturan prosentase pembukaan *round damper*, semakin besar prosentase pembukaannya semakin besar juga debit udara yang dialirkan, berlaku sebaliknya
- Kekencangan setingan *v-belt*

*V-belt* berfungsi sebagai transmisi dari motor penggerak ke *blower* yang digerakkan, jika kekencangan *v-belt* kurang maka terjadi slip antara *v-belt* dan *pully* motor penggerak maupun *pully blower* sehingga putaran *blower* menurun berdampak mengurangi *supply* udara yang masuk ke HR.05.

- Filter udara, jika *filter* kotor menghambat udara yang masuk ke ruang *blower*, sehingga memperkecil volume udara yang masuk ke HR.05.
- Motor penggerak *blower*, seiring waktu beroperasi motor maka terjadi penurunan putaran motor karena melemahnya medan magnet motor itu sendiri yang menjadikan slip antara rotor dan statornya.

Demikian juga tekanan udara buang dapat dipengaruhi oleh sistem damper *exhaust* di HR.05, *ducting*-nya, *filter HEPA* semakin besar beda tekanan udara di *filter HEPA* menunjukkan semakin kotor *filter HEPA* yang memperbesar hambatan aliran udara, sehingga memperkecil volume aliran udara buang dari HR.05, *round* damper, setingan kekencangan *v-belt* dan motor penggerak *blower*. Untuk mendapatkan tekanan negatif yang diinginkan di HR.05 dilakukan berbagai upaya diantaranya penyetingan beberapa bagian baik pada sistem *supply* maupun sistem *exhaust*-nya, melakukan penggantian *v-belt* yang rusak, penambahan *grease* pada *bearing-bearing* yang kering, mengganti *filter* pada sistem udara *supply* yang kotor, perbaikan *blade* yang rusak pada *damper*

Dari selisih pengukuran tekanan udara luar gedung dengan tekanan udara di HR.05 yang di tunjukkan pada Tabel 2 tekanan udara negatif di area HR.05 FFL didapat tekanan negatif yang berfluktuasi. Nilai paling kecil -24,7 mmH<sub>2</sub>O, dan nilai paling besar -34,0 mmH<sub>2</sub>O. Hasil pengukuran beda tekanan udara di *filter HEPA* (Tabel 3), paling rendah 380 Pa dan paling tinggi 420 Pa tidak mengalami perubahan yang signifikan, masih dibawah titik jenuhnya 650 pa, data ini menunjukkan di area HR.05 relatif bersih dari partikel debu sehingga peningkatan pengotor di *filter HEPA* relatif tidak nampak. Data ini menunjukkan bahwa dari sistem *damper*, *ducting*, *blower*, *filter*, *v-belt* dan motor penggerak *blower* berfungsi baik selama tahun 2017.

## KESIMPULAN

Dari hasil pengukuran tekanan udara negatif di area HR.05 memenuhi syarat keselamatan LAK IEBE -5 mmH<sub>2</sub>O, *filter HEPA* sebagai penyaring partikel debu dari HR.05 tidak nampak terjadi kenaikan beda tekanan yang signifikan dan masih berfungsi baik. Sistem udara buang di area HR.05 dapat bekerja dan berfungsi baik, tidak terjadi gangguan yang berarti selama tahun 2017.

**DAFTAR PUSTAKA**

1. Anonim, Laporan Analisis Keselamatan Instalasi Elemen Bakar Eksperimental, Pusat Teknologi Bahan Bakar Nuklir, No. Dok. KK32 J09 002, tahun 2012
2. Siahaan, Tonny .dkk, EVALUASI TEKANAN NEGATIF PADA LABORATORIUM FFL, Proseding hasil-hasil penelithan PTBN-BATAN Tahun 2016.
3. Gatot Sumartono, PENGOPERASIAN SISTEM VAC & OFF GAS (SISTEM TATA UDARA), Hasil-hasil Penelitian dan Kegiatan PTLR Tahun 2006.