

## PEMANTAUAN KECEPATAN ALIR UDARA DI DALAM LEMARI ASAM HR 24 DI INSTALASI ELEMEN BAKAR EKSPERIMENTAL

Yuwono, Purwanto, Achmad Sunarko  
Pusat Teknologi Bahan Bakar  
Nuklir

### ABSTRAK

Telah dilakukan pemantauan lemari asam di HR 24 periode 2 Januari sampai 31 Desember 2018. Sistem *Scrubber* adalah sistem udara buang berada di HR 51 yang melayani beberapa peralatan salah satunya adalah lemari asam (*fume hood*) yang berada di HR 24. Lemari asam berfungsi sebagai tempat melakukan preparasi penelitian bahan bakar nuklir, dalam prosesnya sering menggunakan bahan yang mudah menguap, berbahaya, beracun sehingga harus segera dibuang menggunakan *blower* dalam hal ini sistem *scrubber*. Metode yang digunakan arus motor *scrubber* diukur menggunakan amperemeter digital, sedangkan kecepatan udara yang melewati lemari asam diukur menggunakan anemometer digital. Hasil pengukuran arus motor *Scrubber* diperoleh pada rentang antara 17,8 A dan 22,2 A berada di bawah batas keselamatan pada *name plate* 36,3 A sehingga sistem tersebut beroperasi normal. Hasil pengukuran kecepatan udara di lemari asam diperoleh nilai 1,0 sampai 1,2 m/detik, sesuai LAK minimal kecepatan adalah 0,5 m/detik tidak terlampaui yang berarti aman digunakan.

**Kata kunci:** lemari asam, *scrubber*, hisapan

### PENDAHULUAN

Pusat Teknologi Bahan Bakar Nuklir saat ini memiliki dua instalasi yaitu Instalasi Radio Metalurgi (IRM) dan Instalasi Elemen Bakar Eksperimental (IEBE). IEBE dirancang memiliki tiga laboratorium utama yaitu Laboratorium *Pilot Conversion Plant (PCP)*, *Fuel Fabrication Laboratory (FFL)*, dan Berilium Area. Ketiga laboratorium di atas didukung dengan laboratorium Kendali Kualitas (KK) baik untuk pengujian merusak atau tidak merusak<sup>[2]</sup>. Area laboratorium KK sebagian berada di HR 22, 23 dan 24 untuk berbagai metode pengujian sampel bahan-bahan khususnya yang berkaitan dengan bahan bakar nuklir maupun pendukungnya. IEBE merupakan salah satu *Instalasi Nuklir Non Reaktor (INNR)* yang dilengkapi dengan sistem ventilasi dan pengkondisian udara atau *Ventilation and Air Conditioning (VAC)* secara terpisah baik antara area laboratorium dan area perkantoran. Sistem VAC berfungsi sebagai sarana utama untuk menjamin keselamatan bagi pekerja radiasi di dalam gedung dan lingkungan atau dengan kata lain VAC berfungsi 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, sehingga udara mengalir dari ruang berpotensi tingkat radioaktivitas rendah menuju ruangan dengan potensi radioaktivitas yang lebih tinggi. Udara segar dihembuskan menggunakan AHU (*air handling unit*) yang disaring terlebih dahulu melewati *filter*. Untuk mencegah tersebarnya bahan berbahaya dari satu ruangan ke ruangan lain, maka dilakukan pengaturan pola alir udara dengan memberikan tekanan lebih negatif pada *Hot Room* (HR) terhadap *Cold Room* (CR). Udara dari ruangan ditarik dan dihembuskan ke luar gedung / lingkungan disaring menggunakan *filter* HEPA yang selalu dipantau oleh bidang BKKABN dan dipastikan aman karena berada dalam batas ambang keselamatan nuklir yang dipersyaratkan<sup>[3]</sup>.

Sistem VAC untuk area FFL dan area KK menggunakan sistem suplai dengan kode penamaan CDT 2.1/CDT 2.2 dan sistem udara buang (*exhaust*) dengan kode penamaan CFE 3.1/CFE 3.2. Selain sistem VAC tersebut di atas terdapat sistem udara buang yang melayani peralatan khusus yaitu:

1. Sistem udara buang CFE 4.2/ CFE 4.2 melayani peralatan yang menggunakan *glove box*.
2. Sistem udara buang *Scrubber* yang melayani peralatan yang berhubungan dengan bahan kimia seperti lemari asam (*fume hood*), peralatan *pikling*, sungkup tungku pemanas

Sistem *Scrubber* adalah sistem udara buang berada di HR 51 lantai II area *blower* yang melayani beberapa peralatan yaitu lemari asam (*fume hood*) HR 22, sungkup oven yang berada di HR 23, sungkup tungku pemanas dan lemari asam (*fume hood*) yang berada di HR 24, bak *pikling* yang berada di HR 05 dan bak *pikling* yang berada di HR 11. Prinsip kerja dari sistem ini adalah menghisap udara/uap menggunakan *blower* dari peralatan yang terhubung dengannya, menggunakan pipa (*ducting*), kemudian udara disemprot air selanjutnya akan dilepas ke lingkungan melalui cerobong setelah disaring menggunakan filter HEPA.

Lemari asam (*fume hood*) di HR 24 adalah tempat untuk melakukan preparasi sampel yang berkaitan dengan kegiatan penelitian utamanya bahan bakar nuklir. Material yang digunakan untuk preparasi umumnya mengandung bahan mudah menguap, berbahaya dan beracun sehingga dapat mengganggu keselamatan dan kesehatan operator maupun area kerja, untuk itu harus dikelola dengan baik yaitu menggunakan *scrubber*. Lemari asam berfungsi dengan baik apabila sistem sirkulasi atau pergantian udaranya baik, udara dari luar masuk melalui pintu dan keluar melalui lobang hisap menuju cerobong

melalui sistem *scrubber*. Batas kecepatan udara yang melewati lobang hisap mengacu pada LAK batasan minimal kecepatan udara untuk lemari asam (*fume hood*) HR 24 adalah 0,5 m/detik<sup>[1]</sup>.

Kegiatan pemantauan operasi sistem *Scrubber* dan kecepatan alir udara dilakukan secara rutin dan teratur sepanjang tahun 2018 bertujuan untuk mengetahui kinerja operasi *scrubber* yang melayani sistem hisapan lemari asam di HR. 24 berfungsi normal. Pemantauan kecepatan udara pada lemari asam di HR 24 IEBE untuk memastikan kecepatan udara berada  $\geq 0,5$  m/detik sesuai dengan persyaratan sehingga aman untuk digunakan.

## METODOLOGI

Pemantauan lemari asam (*fume hood*) di HR 24 di Instalasi Elemen Bakar Eksperimental dilakukan dengan cara mengatur arus motor sistem *scrubber* (Gambar 1) saat beroperasi diukur menggunakan ampermeter merk HIOKI 3280-10F dan mengatur kecepatan alir udara di lemari asam (*fume hood*) A dan B ruang HR 24 diukur menggunakan anemometer merk Lutron ABH-4225. Posisi pengukuran pada lubang hisap yang berada di sisi dalam bagian belakang lemari asam (*fume hood*) atau pada pintu dengan celah dibuka setinggi 6 cm. Pengukuran dilakukan mulai 2 Januari sampai 31 Desember 2018 secara berkala dan atau adanya permintaan maupun saat diperlukan.



Gambar 1. Sistem *Scrubber* di HR 51 IEBE<sup>[3]</sup>

Spesifikasi motor sebagai penggerak *blower scrubber* (Tabel 1) adalah :

- Merk : CMG Marathon electric
- Type : MART180M4B,3
- Motor : 3phase
- Temperature rise : 80K
- Ambient : 40°C

Tabel 1. Spesifikasi motor *scrubber*

Volt	Cont	Hz	kW	RPM	A	Cos φ	Effisiensi
380-415	Δ	50	18,5	1470	36,3	0,89	90%
600-720	Y	50	18,5	1470	21,0	0,89	90%



Gambar 2. Ampere meter digital

Tang ampere meter digital atau digital *clamp* meter adalah sebuah alat ukur yang sangat nyaman digunakan yang memberikan kemudahan pengukuran arus listrik tanpa mengganggu rangkaian listriknya hanya dengan meng-*clamp* kan pada salah satu kabel fasa listrik. Salah satu keuntungan dari metode ini adalah kita dapat mengukur arus tinggi tanpa harus mematikan terlebih dulu rangkaian yang akan diukur. Cara menggunakan Tang ampere digital adalah sebagai berikut:

1. Putar *Selector* dari Clamp Meter keposisi Ampere Meter (biasanya tertulis huruf A dengan gelombang sinus di atasnya).
2. Tekan *trigger* untuk membuka rahang Penjepit *Clamp* Meter atau Tang Ampere.
3. Jepitkan rahang penjepit ke kabel konduktor yang dialiri arus listrik AC (Kabel Listrik berada di tengah-tengah rahang penjepit) kemudian lepaskan *Trigger Clamp Meter*.
4. Baca nilai Ampere yang tertera di layar *Clamp* Meter (Tang Ampere).



Gambar 3. Lemari asam (*fume hood*) yang berada di HR 24 IEBE

Lemari asam adalah tempat untuk melakukan preparasi sampel yang berkaitan dengan kegiatan penelitian utamanya bahan bakar nuklir. Material yang digunakan untuk preparasi umumnya mengandung bahan mudah menguap, berbahaya dan beracun.



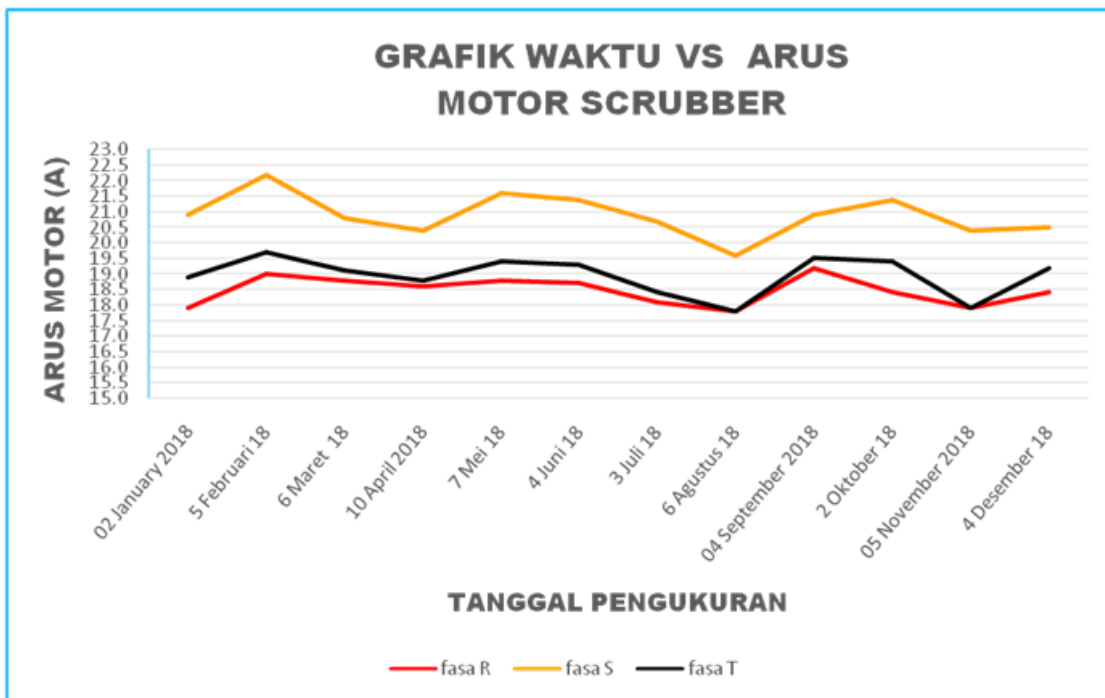
Gambar 4. Anemometer digital

Anemometer adalah alat digunakan untuk mengukur kecepatan angin dan dapat digunakan untuk mengukur tekanan udara. Alat ini mampu mengukur kecepatan angin dengan tingkat ketelitian cukup tinggi yakni berkisar 0.5 meter setiap detiknya, dan merupakan alat yang sangat efektif. Cara menggunakan anemometer adalah dengan cara memilih menu kecepatan m/s, kemudian mengarahkan kipas tegak lurus dengan arah angin dan akan dapat dibaca berapa nilai kecepatan angin pada displai.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**a. Pemantauan Operasi Sistem *Scrubber***

Pemantauan dilakukan terhadap sistem *Scrubber* saat beroperasi yang melayani udara buang dari lemari asam di HR.24. Hasil pemantauan arus motor penggerak sistem *Scrubber* dalam bentuk grafik seperti pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik hasil pengukuran arus sistem *Scrubber*

Gambar 5. Grafik pengukuran arus sistem *scrubber*, terlihat arus listrik terukur pada fasa R yang berada pada rentang 17,9 A sampai 19,2 A, fasa S berada pada rentang 19,6 A sampai 21,6 A, dan fasa T berada pada rentang 17,8 A sampai 19,7 A. Perbedaan nilai arus antara fasa R, S dan T, salah satunya akibat sumber tegangan dari PLN juga tidak sama yaitu untuk fasa R=378 V, S=380 V dan T= 382 V. Ketidaksetimbangan tegangan adalah  $(378+380+382) : 3 = 380 \text{ A}$ . Nilai ketidakseimbangan tegangan  $382-380 = 2 \text{ A}$  maka akan diperoleh  $2:380 = 0,0052 = 0,5 \%$ . Arus terukur adalah batasan paling rendah 17,8 A dan tertinggi 22,2 A, batas tertinggi arus pada *name plate* sebesar 36,3 A apabila rangkaian motor dihubung secara  $\Delta$  pada tegangan kerja 380 sampai 415 V. Toleransi ketidaksamaan tegangan (*unbalance voltage tolerance*) akan mengakibatkan *unbalance current* <sup>(6,7)</sup>. Arus yang terukur 17,9 / 19,2 / 19,6 A., maka arus rerata  $(17,9+19,2+19,6) : 3 = 18,9 \text{ A}$ . Deviasi maksimum adalah  $19,6-18,9 = 0,7$ . Maka  $0,7:18,9 = 0,037 = 3,7 \%$ .

Sepanjang tahun 2018 arus motor tidak pernah melewati batas aman sehingga sistem *scrubber* beroperasi normal

Selain dilakukan pengukuran pemantauan juga dilakukan dengan cara melihat/visual, mendengar dan meraba pada sistem *scrubber* didapatkan hasil sebagai berikut :

Melihat / visual sistem:

1. kondisi integritas sistem baik, rangka dan body terpasang kuat, baut-baut pengencang baik untuk motor maupun *blower* itu sendiri terpasang dengan kuat,
2. semua puli, *v-belt* dalam kondisi baik dan terpasang kencang, tutup *v-belt* terpasang kuat
3. air yang disemprotkan dari *spuyer* memancar rata dan tidak ada sumbatan serta tidak adanya kebocoran air dari sistem
4. arus yang diukur stabil dan mengacu pada data spesifikasi motor

Mendengarkan yaitu :

1. Putaran motor dan *blower* halus
2. Tidak terdengar bunyi yang tidak normal misal berderit, mendengung, kasar, dan lainnya. Apabila terdengar suara seperti diatas dapat diindikasikan terjadi gangguan pada sistem kemungkinan integritas sistem ada yang berubah kemungkinan ada baut pengencang yang kendur, *v-belt* cacat atau kendur, *bearing* yang mulai aus, dan lainnya.

Meraba sistem yaitu :

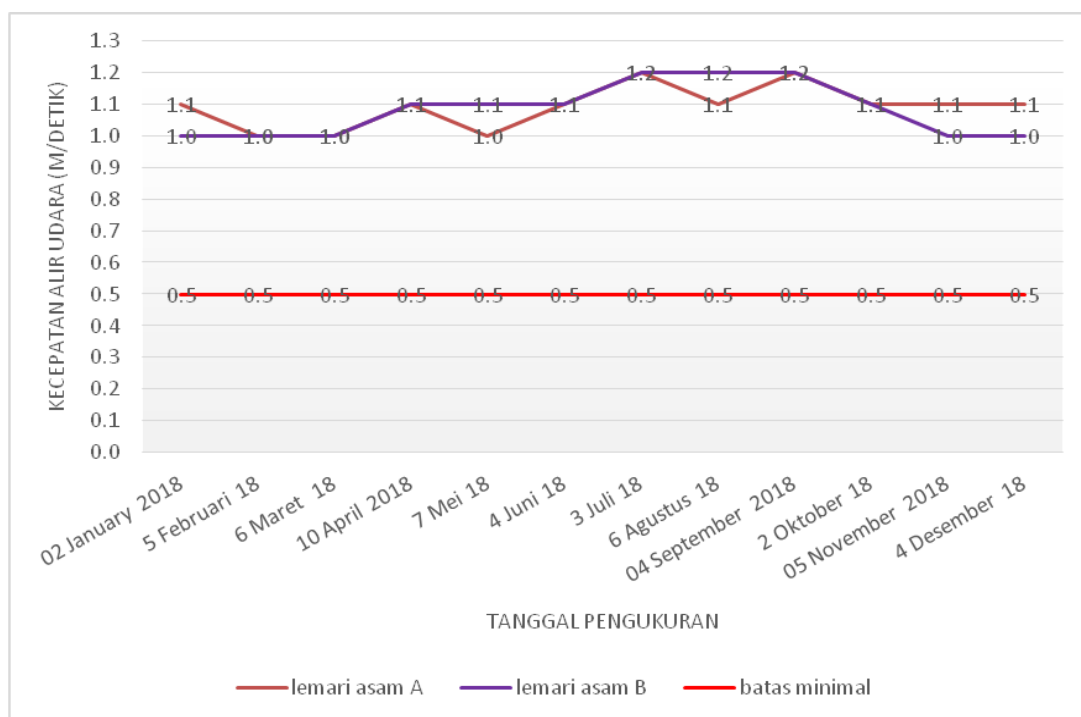
1. Getarannya normal, namun apabila terjadi getaran yang keras pada sistem kemungkinan baut pengikat motor, *blower*, dudukan ada yang kendur
2. Temperatur motor atau *blower* normal namun apabila terjadi kenaikan panas yang berlebihan kemungkinan terjadi gangguan gulungan motor, kerusakan *bearing*, dudukan tidak lurus, dan lainnya.

Pemantauan yang dilakukan dengan metoda 3 M seperti diatas dilakukan secara rutin setiap hari dan apabila terjadi gangguan maka segera dilakukan diagnosa dengan peralatan yang lebih memadai sesuai kondisi, seperti alat monitor panas / termometer infra

red, monitor getaran, dan lainnya. Hasil pengukuran arus motor *scrubber* dicatat dalam *log sheet* operasi harian dan berisi catatan apabila diperlukan.

**b. Pemantauan Kecepatan Udara Lemari Asam HR 24**

Lemari asam (*fume hood*) di HR 24 adalah tempat untuk melakukan preparasi sampel yang berkaitan dengan kegiatan penelitian utamanya bahan bakar nuklir. Dalam prosesnya sering digunakan bahan mudah menguap, berbahaya dan beracun sehingga dapat mengganggu keselamatan dan kesehatan operator maupun area kerja, untuk itu harus dikelola dengan baik dengan menggunakan *blower* hisap yang dinamakan *scrubber*. Lemari asam berfungsi dengan baik apabila sistem sirkulasi atau pergantian udaranya baik, udara dari luar masuk melalui pintu dan keluar melalui lobang hisap dan secara rutin dipantau. Pemantauan kecepatan udara yang melewati lobang hisap lemari asam di HR. 24 dilakukan seminggu 1 kali / reguler. Pemantauan tidak hanya yang terjadwal dan dapat dilakukan sewaktu waktu apabila ada ketidak normalan hisapannya. Kemungkinan kejadian *abnormal* dapat saja terjadi mungkin motor mati secara tiba-tiba, *v-belt* putus tiba-tiba, adanya *dampner* yang menutup. Apabila ada gangguan maka operator di FEB akan menyampaikan pengumuman melalui personil UPN yang sedang bertugas. Setelah selesai gangguan diperbaiki kita melaporkan ke UPN bahwa sistem *scrubber* sudah berfungsi normal.



.Gambar 6.Grafik hasil pemantauan kecepatan udara pada lemari asam HR.24 IEBE



Mengingat lemari asam yang berada di HR. 24 ada dua unit yaitu unit A yang berada paling dekat dengan pintu masuk dan lemari asam B yang berada di sebelah kiri dari arah kita jika berada di depannya. Alat ini digunakan untuk preparasi sampel dan dalam pengerjaannya menggunakan bahan beracun dan berbahaya, maka pemantauan kecepatan udara harus dilakukan untuk menjamin tidak ada udara yang keluar ke daerah kerja sehingga menyebabkan kontaminasi udara yang dapat membahayakan pekerja maupun lingkungan sekitarnya. Sesuai dengan LAK<sup>[1]</sup> batas minimal kecepatan alir udara adalah 0,5 m/detik, terlihat pada grafik merupakan garis lurus paling bawah. Pengukuran kecepatan udara dari lemari asam dilakukan secara teratur setiap minggu. Anemometer diarahkan pada lobang buang yang berada di sisi dalam bagian belakang, namun apabila sedang dipakai maka pengukuran melalui pintu lemari asam dengan posisi setinggi 6 cm. Gambar 6 memberikan gambaran hasil pengukuran sepanjang tahun 2018 yaitu pengukuran kecepatan udara yang melewati lemari asam baik A adalah pada rentang 1,0 sampai 1,2 m/detik, demikian juga lemari asam B yang berada di HR 24 sepanjang tahun 2018 pada kisaran 1,0 sampai 1,2 m/detik. Kecepatan udara yang melewati lemari asam A dan B pada rentang 1,0-1,2 m/detik berada di atas batas aman 1,2 m/detik, sehingga lemari asam di HR.24 aman digunakan.

## KESIMPULAN

Sistem *scrubber* berfungsi normal sepanjang tahun 2018 dari Januari sampai Desember 2018 ditunjukkan dari hasil pemantauan dan pengukuran arus motor yaitu pada rentang 17,8 A sampai 22,2 A, tidak melebihi batas keamanan sesuai pada *name plate* 36,3 A. Hasil pengukuran lemari asam A dan B di HR 24 pada rentang 1,0 sampai 1,2 m/detik, sesuai acuan batas minimal kecepatan alir udara 0,5 m/detik sehingga aman digunakan.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada seluruh pegawai PTBBN yang terlibat dalam kegiatan evaluasi dan penyusunan makalah ini.

**DAFTAR PUSTAKA**

1. PTBBN BATAN, “Laporan Analisis Keselamatan (LAK) Instalasi Elemen Bakar Eksperimental” (IEBE), Revisi : 7, 2012,
2. BPFBBN PTBBN, *Log sheet* harian operasi sistem VAC IEBE tahun 2018
3. Tonny Siahaan, Yuwono, “Evaluasi Tekanan Negatif Pada Laboratorium FFL” Hasil-hasil Penelitian EBN Tahun 2016, PTBBN – 2017.
4. Ahmad Paid, EkoYuliRustanto, Kusyanto, Yuwono, “Unjuk Kerja Sistem *Supply Udara Fuel Fabrication Laboratory*” Hasil-hasil Penelitian EBN Tahun 2016, PTBBN – 2017.
5. <http://www.soemarno.org/name-plate/#more-87>, Name Plate, diakses pada tanggal (16 Juli 2019)
6. <http://www.fluke.com/en-us/learn/best-practices/measurement-basics/power-quality/what-is-voltage-unbalance>, diakses pada tanggal (16 Juli 2019)