

EVALUASI KINERJA SISTEM UDARA BUANG *SCRUBBER* FASILITAS INSTALASI ELEMEN BAKAR EKSPERIMENTAL

Ahmad Paid, Kusyanto, Yuwono
Pusat Teknologi Bahan Bakar Nuklir

ABSTRAK

EVALUASI KINERJA SISTEM UDARA BUANG *SCRUBBER* FASILITAS INSTALASI ELEMEN BAKAR EKSPERIMENTAL (IEBE). Telah dilakukan evaluasi kinerja sistem udara buang *scrubber* fasilitas Instalasi Elemen Bakar Eksperimental pada pengoperasian tahun 2016. Metode yang digunakan dalam kegiatan ini ialah dengan melakukan pemantauan pada saat operasi, pemeriksaan peralatan listrik dan mekanik menggunakan *thermography* inframerah selanjutnya menganalisis data tersebut. Tujuan dari kegiatan ini untuk mengetahui unjuk kerja sistem *scrubber* fasilitas Instalasi Elemen Bakar Eksperimental dalam mendukung operasi dan kegiatan di fasilitas IEBE. Dari hasil pemantauan peralatan laboratorium menunjuk kecepatan isapan aliran udara untuk peralatan *fumehood* dan sungkup $\geq 0,5$ m/detik sudah sesuai dengan LAK, arus motor pada saat operasi 17 - 22 amper tidak melampaui 22 amper, sedangkan dengan menggunakan *thermography* inframerah temperatur pada kabel power *MCCB scrubber* sekitar 36-52,4 °C, poros 33,8 – 52,5 °C dan motor penggerak *fan scrubber* pada saat beroperasi sekitar 44,1 – 52,9 °C masih dalam batas normal.

Kata kunci: *scrubber*, *thermography* inframerah

PENDAHULUAN

Sistem ventilasi IEBE merupakan sistem pengatur tata udara yang terpadu. Sistem ventilasi ini mengungkung gedung IEBE dari bahaya terlepasnya zat radioaktif ke lingkungan dengan demikian udara yang keluar gedung telah aman dan terbebas dari kontaminasi radioaktif. Untuk menjamin keselamatan lingkungan dari bahaya kontaminasi sistem ini harus selalu dijaga. Pemeriksaan peralatan sudah menjadi ketentuan dalam suatu instalasi nuklir, hal ini untuk menjamin adanya keselamatan yang berkaitan dengan pekerja radiasi dan masyarakat umum. Pada sistem ventilasi gedung IEBE pola aliran udara diatur dari zona radiasi bebas kontaminasi ke zona kontaminasi, zona kontaminasi rendah ke zona kontaminasi lebih tinggi dan kemudian melalui *filter* HEPA (*High Efficiency Particulate Arrestance*) dengan efisiensi 99,97% untuk partikel berukuran 0,3 μm selanjutnya udara keluar melalui cerobong ke atmosfer (lingkungan). Pola aliran udara seperti ini diselenggarakan dengan cara memberikan tekanan lebih negatif pada zona kontaminasi yang lebih tinggi, dengan beda tekanan antar zona pada kisaran antara 7 – 20 mm H₂O (*water gauge*)^[1]. Perbedaan tekanan udara masing-masing area terhadap udara luar adalah sebagai berikut:

- Tekanan udara di area CR (*Cold Room*) sebesar ± 0 mm H₂O
- Tekanan udara di area HR (*Hot Room*) sebesar -5 mm H₂O
- Tekanan udara di dalam *glovebox* pada proses U dan Be sebesar -20 mm H₂O

Pada sistem ventilasi laboratorium IEBE dibagi menjadi beberapa zone, yaitu: zone PCP, zone FFL, zone Berillium dan zone *workshop*. Di dalam zone-zone tersebut di

atas terdapat ruangan yang menggunakan bahan kimia yang bersifat asam atau basa yang memerlukan *exhaust* tersendiri. Sistem *exhaust* tersebut diberikan kode penamaan *scrubber*. *Scrubber* digunakan sebagai alat pemisahan suatu partikel solid (debu) yang ada dalam gas atau udara dengan menggunakan cairan sebagai alat bantu yang berfungsi untuk pengendalian dalam mengurangi polutan udara yang dihasilkan oleh gas buang dengan persyaratan LAK untuk kecepatan aliran isapan udara $\geq 0,5$ m/detik^[1].

Sistem *scrubber* ini terdiri dari motor penggerak, *belt* transmisi, *fan exhaust*, *filter* dan semburan air/*sprayer*. Selain itu terdapat peralatan yang mendukung yaitu *plenum*, dimana *hefa filter* ditempatkan, untuk menghindari kontaminan terlepas dari *filter*, maka dilengkapi dengan filtrasi menggunakan semburan air/ *sprayer*.

Masing-masing peralatan mempunyai fungsi sebagai berikut: motor penggerak sebagai penggerak *blower*, *blower* berfungsi sebagai penarik udara dari lemari asam atau *fume hood* untuk disalurkan ke cerobong untuk dibuang ke lingkungan. *Sprayer* merupakan tempat air disemprotkan untuk disinggungkan dengan udara dari *fume hood* yang mengandung partikel kimia untuk diencerkan konsentrasinya, sehingga udara yang dibuang bersih dari kontaminan kimia dan dapat diterima lingkungan dengan aman. Tujuan kegiatan evaluasi kinerja sistem *scrubber* fasilitas Instalasi Elemen Bakar Eksperimental ini dilakukan untuk mengetahui kinerja operasi sistem *scrubber* yang telah dilakukan perbaikan dan peningkatan kemampuan motor dan untuk mendapatkan masukan guna peningkatan sistem keselamatan.



Gambar 1. *Scrubber* fasilitas IEBE

METODOLOGI

Evaluasi kinerja sistem udara buang *scrubber* fasilitas Instalasi Elemen Bakar Eksperimental dilakukan dengan melakukan pengukuran isapan aliran pada *fume hood* atau sungkup menggunakan *anemometer*, pemantauan operasi motor dan pemeriksaan

instalasi listrik/mekanik menggunakan *thermography* inframerah dengan kamera pencitraan termal (*Thermal Imager*) *FLUKE Ti32 IR Fusion Technology*^[2] untuk memperoleh peta panas permukaan kabel/kontaktor, motor dan poros. Hasil distribusi *thermal* ditunjukkan oleh degradasi warna yang menunjukkan distribusi temperatur yang terjadi pada sebuah gambar termal (*thermogram*). Dengan menggunakan *software SmartView* hasil *thermogram* tersebut dianalisa distribusi temperatur yang terjadi pada daerah yang dicurigai telah terjadi *overheat*, selanjutnya dilakukan langkah sebagai berikut:

- a. Melakukan *scanning* permukaan seluruh panel, motor dan poros selanjutnya menentukan titik panas *hot-spot* yang terindikasi terjadi kerusakan/*overheat*.
- b. Melakukan pengambilan gambar pada *hot-spot*.
- c. Melakukan analisis menggunakan *software SmartView* hasil *thermogram*.

Beberapa peralatan dan perangkat komputasi yang digunakan dalam pemeriksaan ini dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Thermal Imager FLUKE Ti32



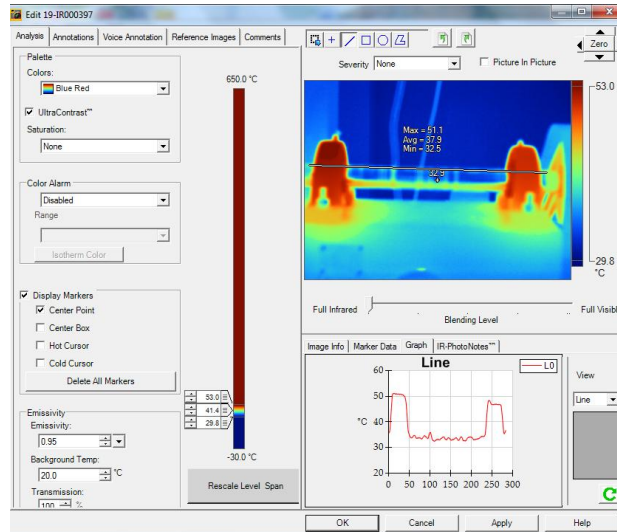
Krisbow AC Clamp-on Ammeter



*Hioki 3419-20
Infred thermo Hitester*



Anemometer

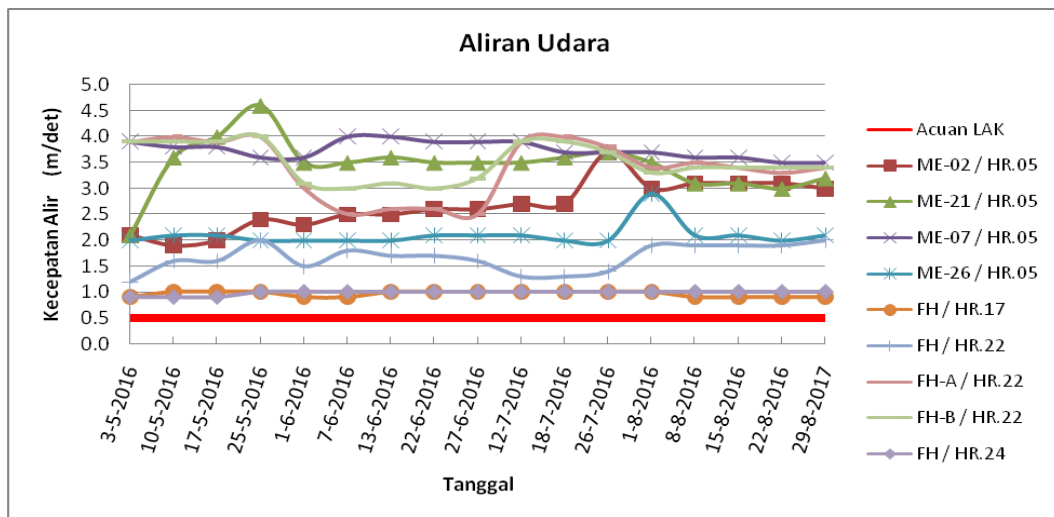


Software Smart View

Gambar 2. Peralatan yang digunakan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil pemantauan aliran isapan pada peralatan *fumehood* dan sungkup yang terdapat di gedung IEBE menggunakan *Anemometer* dengan melakukan pengukuran berkala dapat dilihat pada grafik Gambar 3.



Gambar 3. Grafik hasil pemantauan aliran udara pada peralatan IEBE

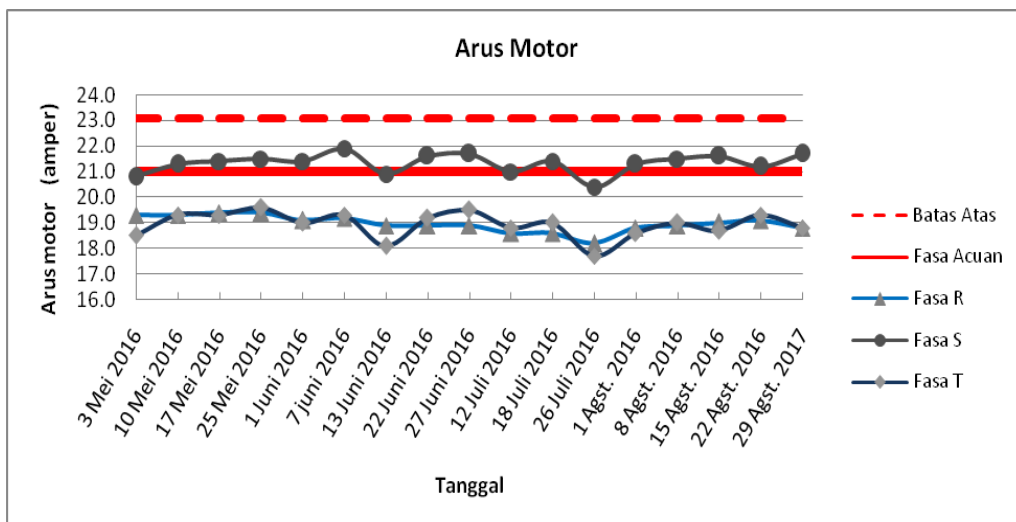
Dari grafik tersebut menunjukkan kecepatan aliran isapan udara pada peralatan yang terdapat di laboratorium IEBE memenuhi persyaratan LAK yaitu kecepatan isapan aliran udara $\geq 0,5$ m/detik^[1].

Sedangkan dalam pemantauan pengoperasian motor untuk *fan scrubber* dengan spesifikasi motor :

- Merk : CMG Marathon electric
- Type : MART 180 M4B,3
- Motor : 3 phase
- Temperature rise : 80K
- Ambient : 40 °C

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

hasil pengukuran arus motor pada saat operasi dapat dilihat pada grafik Gambar 4.

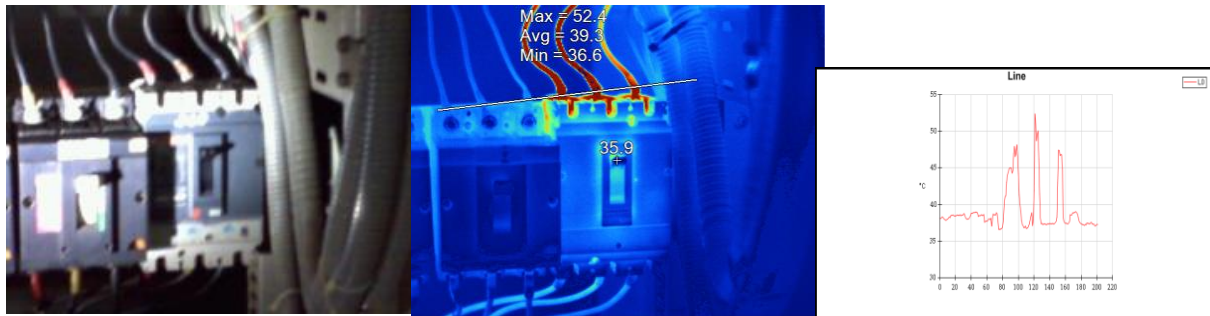


Gambar 4. Grafik hasil pengukuran motor *scrubber*

Arus motor pada saat operasi berkisar 17,5 s.d. 22 ampere dengan mengacu pada *name plate* arus motor 21 ampere dan standar toleransi 10 % sehingga arus maksimal yang diizinkan sebesar 23 ampere.

Sedangkan dalam pemantauan dan pemeriksaan menggunakan *thermography* inframerah dengan kamera pencitraan termal (*thermal imager*) *Fluke Ti32 IR Fusion Technology* untuk memperoleh peta panas permukaan peralatan listrik dan mekanik, yang dapat mengetahui terjadinya *overheat* pada peralatan sehingga dapat mengantisipasi kerusakan yang lebih parah. Pemeriksaan dengan teknik *thermography* inframerah memiliki kelebihan yaitu dapat melakukan pemeriksaan tanpa kontak langsung dengan obyek tetapi bekerja dengan cara mendeteksi pancaran radiasi panas peralatan sehingga tidak perlu mematikan operasi peralatan. Dari hasil pemeriksaan dengan teknik

thermography inframerah ditunjukkan oleh degradasi warna yang menunjukkan distribusi temperatur yang terjadi pada sebuah gambar termal (*thermogram*). Dengan menggunakan *software SmartView* hasil *thermogram* tersebut dianalisa distribusi temperatur yang terjadi pada daerah yang dicurigai, seperti pada kabel *power* pada *MCCB scrubber* dapat dilihat pada Gambar 5.

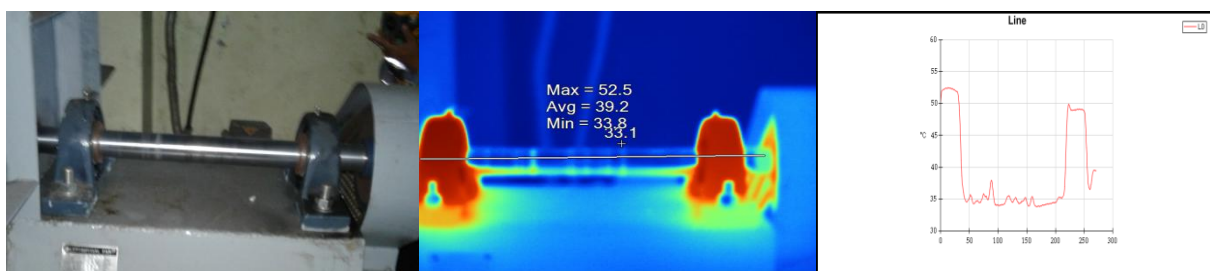


5.a. Gambar aktual *MCCB* 5.b. Gambar hasil inframerah 5.c. Grafik hasil analisa kabel

Gambar 5. Hasil pemeriksaan *thermal imager* kabel *power MCCB scrubber*

Temperatur yang terukur pada kabel *MCCB power scrubber* sekitar 36-52,4 °C, mengacu pada SNI 0225:2011/Peraturan Umum Instalasi Listrik (PUIL-2011)^[3], temperatur yang berisolasi PVC adalah 70 °C, sehingga kabel *power scrubber* masih dalam batas normal.

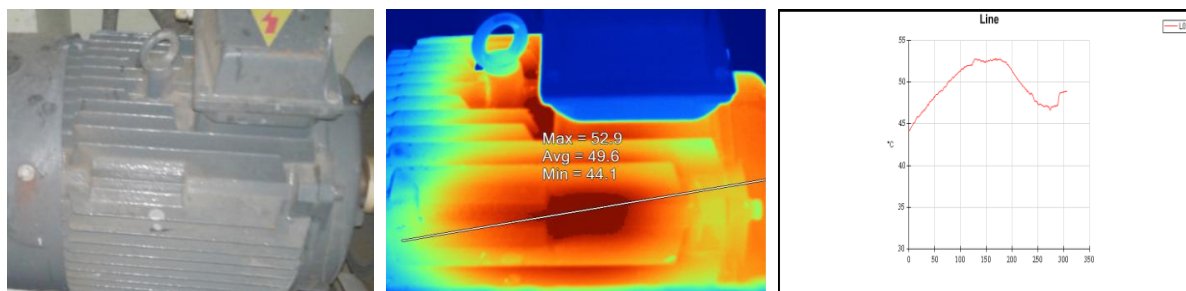
Sedangkan kondisi poros pada saat beroperasi temperatur sekitar 33,8 – 52,5 °C seperti pada Gambar 6.



6.a. Gambar aktual poros 6.b. Gambar hasil inframerah 6.c. Grafik hasil analisa poros

Gambar 6. Hasil pemeriksanan *thermal imager* pada porosdan *bearing* penggerak *fan*

Hasil pemeriksaan temperatur motor yang digunakan untuk penggerak *fan* pada saat beroperasi sekitar 44,1 – 52,9 °C, untuk motor seperti pada Gambar 7.



7.a. Gambar aktual motor

7.b. Gambar hasil inframerah

7.c. Grafik hasil analisa motor

Gambar 7. Hasil pemeriksaan *thermal imager* pada motor penggerak *fan*

Data tersebut menunjukkan bahwa dengan *temperature rise* 80 K temperatur motor dengan mengacu pada *IEC Electric Motors - Insulation Class Explanation* sebesar 120 °C masih dalam kondisi normal.

KESIMPULAN

Hasil pemantauan dan evaluasi kinerja sistem udara buang *scrubber* fasilitas Instalasi Elemen Bakar Eksperimental, menunjukkan bahwa kecepatan isapan aliran udara pada *fumehood* dan sungkup $\geq 0,5$ m/detik, kondisi ini sesuai dengan LAK. Arus motor saat operasi 17,5 - 22 ampere tidak melebihi 10% dari *name plate* sebesar 23 ampere. Hasil pemantauan dengan menggunakan *thermography* inframerah, temperatur pada kabel *power MCB scrubber* dikisaran 36-52,4 °C, poros dikisaran temperatur 33,8 – 52,5 °C dan motor penggerak *fan scrubber* saat beroperasi pada kisaran 44,1 – 52,9 °C, kondisi ini menunjukkan peralatan *scrubber* dalam batas normal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan ke PTBBN dan seluruh staf yang terlibat dalam kegiatan evaluasi ini, khususnya Nasorudin, ST dan Ir. Tonny Siahaan yang telah membantu dalam penyusunan makalah ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Laporan Analisis Keselamatan (LAK) Instalasi Elemen Bakar Eksperimental (IEBE), Pusat Teknologi Bahan Bakar Nuklir, Badan Tenaga Nuklir Nasional - PTBN-BATAN, Oktober 2012.
2. Anonim, *FLUKE Users Manual Ti32 Thermal Imagers*, July 2009.
3. Anonim, SNI 0225:2011/Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2011 (PUIL 2011), Badan Standardisasi Nasional, 2011