

## EVALUASI TEKANAN UDARA NEGATIVE *SERVICE AREA* DI INSTALASI RADIOMETALURGI

Darma Adiantoro, Nesorudin, Eric Johneri  
Pusat Teknologi Bahan Bakar Nuklir

### ABSTRAK

Telah dilakukan pemantauan tekanan udara diruang *service area* Instalasi Radiometalurgi (IRM) untuk menjamin keselamatan pekerja radiasi dari bahaya radiasi dan kontaminasi. Tujuan kegiatan ini adalah untuk menjaga keselamatan pekerja dan petugas serta kelangsungan operasional laboratorium IRM. Pengamatan dilakukan terhadap sistem supply, exhaust dan sistem damper untuk mengetahui unjuk kerja dari ke tiga sistem tersebut. Untuk mendapatkan hasil pengamatan dilakukan pengukuran arus dan tegangan *blower supply* dan *blower exhaust*. Selain itu dilakukan juga perawatan dengan pemantauan tekanan dan pola alir udara laboratorium IRM. Disamping itu dilakukan penggantian 6 buah *filter* dan pengecekan damper di ruang *Service area*. Hasil pengukuran arus motor *Supply fan* SF01 / SF02, *Exhaust Fan* EF08/EF09 dan AL01/ AL02 masing-masing diperoleh sebesar 204- 230 ampere, 126-139 ampere dan 33 - 46 ampere. Tekanan negatif pada *service area* atau zone 3 diperoleh sebesar  $\pm 467$  Pascal terhadap tekanan luar. Penggantian HEPA *filter* dan perbaikan posisi damper telah merubah tekanan negatif yang tinggi menjadi  $\pm 320$  Pascal. Pemantauan beda tekanan pada *hotcell* ZG101 terhadap *operating area* yang awaln ya lebih besar dari 450 Pascal telah berubah pada posisi  $\pm 210$  Pascal sehingga tekanan di *hotcell* ZG101- ZG103 atau zone 4 pada kisaran 550 Pascal. Hasil evaluasi kegiatan ini menunjukkan perlu adanya pengaturan damper baik damper *supply* maupun damper *exhaust* agar diperoleh *negatif pressurre* sesuai dengan ketentuan LAK.

**Kata kunci:** evaluasi, tekanan udara negatif, *service area*, IRM

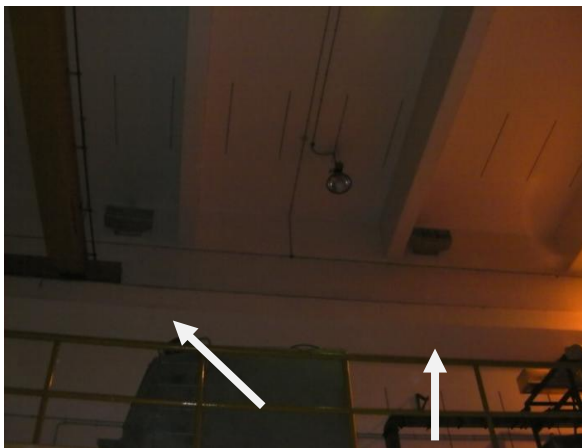
### PENDAHULUAN

Peraturan pemerintah No. 2 tahun 2014 tentang Perizinan Instalasi Nuklir dan Pemanfaatan Bahan Nuklir, terutama pada pasal 9 dan 10 menyatakan bahwa salah satu persyaratan izin operasi instalasi nuklir non reaktor (INNR) adalah laporan analisis keselamatan (LAK). Untuk menjamin keselamatan para pekerja didalam laboratorium, maka pengoperasian fasilitas IRM mengikuti Perka BAPETEN No. 04 tahun 2014 tentang batasan dan kondisi operasi. Batasan kondisi INNR terdiri dari Batas keselamatan, Pengesetan sistem Keselamatan, Kondisi batas untuk operasi normal, persyaratan surveilen dan persyaratan administrasi.

Laboratorium Instalasi Radiometalurgi (IRM) adalah instalasi nuklir non reaktor yang pelaksanaan pengoperasiannya berada dibawah Bidang Uji Radiometalurgi (BUR). Salah satu persyaratan operasi yang diijinkan adalah terpenuhinya besaran tekanan disetiap zone sesuai dengan kondisi batas operasi (KBO) yang telah ditetapkan. Pada pengoperasian IRM, *flow pattern* digunakan sebagai persyaratan keselamatan agar radiasi dan kontaminasi mengalir mulai dari zone-1 (bebas radiasi) ke zona-2 (radiasi rendah) ke zona-3 (radiasi sedang) danke zona-4 (radiasi tinggi) sehingga diharapkan personil dan perkantoran bebas dari radiasi dan kontaminasi. Untuk mendapatkan *flow pattern* yang baik perlu dilakukan evaluasi tekanan negatif *pada service area*, khususnya tekanan

negatif pada zona-3 dan zona-4. Hal ini disebabkan tekanan udara negative pada kedua zone tersebut berada diatas KBO. Kondisi tersebut diduga menyebabkan pengaturan buka tutup damper yang tidak tepat, sehingga perbandingan *exhaust* dan *supply* udara dalam gedung tidak sesuai dengan batasan kondisi operasi yang diinginkan. Kondisi *filter* yang jenuh dapat juga sebagai penyebab terganggunya *supply* dan *exhaust* di *service area*.

Berdasarkan dugaan tersebut maka pada kegiatan ini akan dilakukan evaluasi tekanan udara negatif pada *service area* dengan melakukan pengukuran arus dan tegangan *blower supply* dan *exhaust* serta penggantian *heap filter*. Hasil dari kegiatan ini diharapkan mampu mengidentifikasi permasalahan penyimpangan tekanan negatif sehingga dapat dilakukan perbaikan pada sistem VAC. Tekanan negatif dalam ruangan *service area* dipengaruhi oleh sistem *supply* dan *exhaust* diruangan tersebut. Sumber udara segar ada didinding atas sisi selatan sebanyak 4 lubang seperti yang terlihat pada Gambar 1, sedangkan *exhaust* ada diposisi tengah gedung menempel ke *concrete cell* ditambah hisapan kearah *hotcell* ZG101, ZG102 dan ZG103 (sebagai *supply*) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 1 : *Supply service area*



Gambar 2: *Exhaust service area*

Dalam usaha untuk mengetahui besar tekanan pada *Supply service area* dan *Exhaust service area* perlu dilakukan langkah evaluasi seperti yang terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3: *Filter bank Supply udara hotcell ZG101- ZG103*

Sesuai dengan fungsi tugas pokok subbidang fasilitas radiometalurgi adalah melaksanakan kegiatan operasi dan perawatan sarana penunjang. Sistem VAC dalam laboratorium IRM bergantung pada pengoperasian *blower supply* dan *blower exhaust* disamping *chiller* dan alat pendukung lainnya. Pengawasan operasi dilakukan setiap hari dan dicatat dalam logbook operasi yang sudah tersedia didekat peralatan yang beroperasi sesuai jadwal yang telah dibuat.

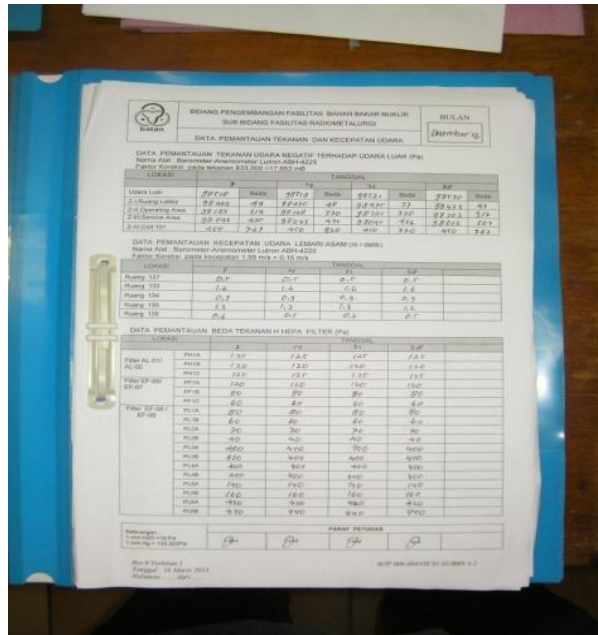
## METODOLOGI

Pengukuran tegangan dan arus *blower Supply* dan *blower exhaust* dilakukan dengan menggunakan *Multimeter Fluke 179*. Pengukuran aliran udara dan tekanan zona serta pencacatan tekanan *hotcell ZG101-ZG103* dilakukan dengan menggunakan Anemometer AM 4202 dan Anemometer LUTRON ABH 4225, sedangkan metode yang terakhir dilakukan adalah penggantian *filter HEPA* dan dilakukan pengecekan dan perbaikan damper disekitar *service area* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.

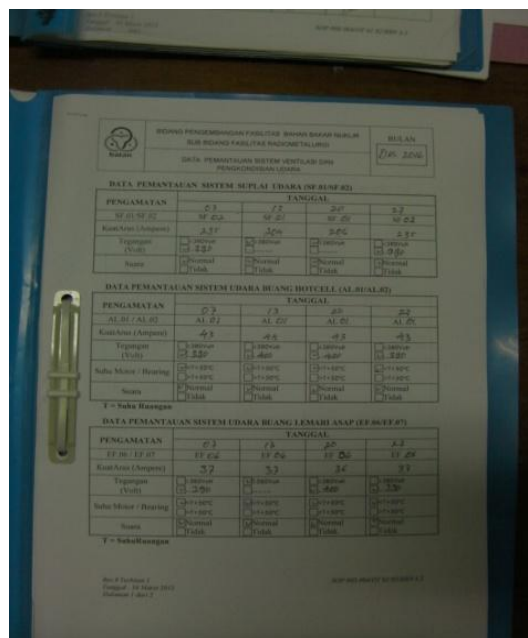


Gambar 4. Peralatan Anemometer, Manometer dan Multimeter

Parameter yang diukur kemudian dievaluasi dan hasilnya dituangkan didalam *Logsheets* pemantauan tekanan dan kecepatan udara ditunjukkan pada Gambar 5a dan *Logsheets* pengukuran arus dan tegangan ditunjukkan pada Gambar 5b.



Gambar 5a: Logsheets pemantauan tekanan



Gambar 5b: Logsheets Pemantauan tegangan dan arus

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem pengkondisian udara dalam laboratorium tercipta karena adanya *blower Supply* dan *blower Exhaust* yang beroperasi. Udara *supply* dihasilkan dari *supply fan* SF01 atau SF02 yang beroperasi 100% dengan data operasi seperti yang tercantum pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Pemantauan Sistem *Supply* Udara (SF01/SF02)

Pengamatan	Tanggal (Juli)			
	01	12	18	25
SF01/SF02	SF02	SF02	SF01	SF02
Kuat Arus (Ampere)	230	220	219	230
Tegangan(Volt)	<input checked="" type="checkbox"/> ±380Volt <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> ±380Volt <input checked="" type="checkbox"/> 400	<input type="checkbox"/> ±380Volt <input checked="" type="checkbox"/> 370	<input checked="" type="checkbox"/> ±380Vol t <input type="checkbox"/>
Pengamatan	Tanggal (Agustus)			
	01	08	15	27
SF01/SF02	SF01	SF01	SF01	SF01
Kuat Arus (Ampere)	220	230	216	232
Tegangan(Volt)	<input checked="" type="checkbox"/> ±380Volt <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> ±380Volt <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> ±380Volt <input checked="" type="checkbox"/> 400	<input type="checkbox"/> ±380Vol t <input checked="" type="checkbox"/> 400
Pengamatan	Tanggal (September)			
	05	13	19	27
SF01/SF02	SF02	SF01	SF02	SF01
Kuat Arus (Ampere)	240	230	234	218
Tegangan(Volt)	<input type="checkbox"/> ±380Volt <input checked="" type="checkbox"/> 390 V	<input type="checkbox"/> 380Volt <input checked="" type="checkbox"/> 390 V.	<input checked="" type="checkbox"/> ±380Volt <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> ±380Vol t <input type="checkbox"/>
Pengamatan	Tanggal (Oktober)			
	03	10	17	24
SF01/SF02	SF01	SF02	SF01	SF01
Kuat Arus (Ampere)	233	237	220	230
Tegangan(Volt)	<input type="checkbox"/> ±380Volt <input checked="" type="checkbox"/> 390 V	<input type="checkbox"/> ±380Volt <input checked="" type="checkbox"/> 390 V	<input type="checkbox"/> ±380Volt <input checked="" type="checkbox"/> 370	<input type="checkbox"/> ±380Vol t <input checked="" type="checkbox"/> 400
Pengamatan	Tanggal ( November)			
	01	07	14	22
SF01/SF02	SF01	SF02	SF01	SF01
Kuat Arus (Ampere)	223	238	218	240
Tegangan(Volt)	<input checked="" type="checkbox"/> ±380Volt <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> ±380Volt <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> ±380Volt <input checked="" type="checkbox"/> 400	<input checked="" type="checkbox"/> ±380Vol t <input type="checkbox"/>

Pengamatan	Tanggal (Desember)			
	05	13	19	27
SF.01/SF.02	SF02	SF01	SF01	SF01
Kuat Arus (Ampere)	236	204	221	237
Tegangan(Volt)	<input type="checkbox"/> ±380Volt <input checked="" type="checkbox"/> 390	<input checked="" type="checkbox"/> ±380Volt <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> ±380Volt <input checked="" type="checkbox"/> 390	<input checked="" type="checkbox"/> ±380Vol t <input type="checkbox"/>

*Blower exhaust* yang berpengaruh diruang *service area* adalah *blower exhaust* EF08/EF09 dengan data arus dan tegangan seperti pada Tabel 2 dan data *exhaust* AL01/AL02 ditunjukkan pada Tabel 3. Tabel 1, 2 dan 3 merupakan hasil pengamatan kondisi operasi yang direkam pada *logsheet* selama 6 bulan.

Tabel 2. Data pemantauan sistem udara buang ruangan Laboratorium (EF08/EF09)

Pengamatan	Tanggal (Juli)			
	01	12	18	25
EF08 / EF09	EF09	EF08	EF09	EF09
Kuat Arus (Ampere)	133	134	132	131
Tegangan(Volt)	<input checked="" type="checkbox"/> ±380Volt <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> ±380Volt <input checked="" type="checkbox"/> 400	<input checked="" type="checkbox"/> ±380Volt <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> ±380Volt <input type="checkbox"/>
Pengamatan	Tanggal(Agustus)			
	01	08	15	22
EF08 / EF09	EF 09	EF 08	EF 09	EF
Kuat Arus (Ampere)	135	135	131	139
Tegangan(Volt)	<input checked="" type="checkbox"/> ±380Volt <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> ±380Volt <input checked="" type="checkbox"/> 400	<input type="checkbox"/> ±380Volt <input checked="" type="checkbox"/> 400	<input type="checkbox"/> ±380Volt <input checked="" type="checkbox"/> 400
Pengamatan	Tanggal (Oktober)			
	03	10	17	24
EF08 / EF09	EF08	EF08	EF09	EF08
Kuat Arus (Ampere)	133	134	128	135
Tegangan(Volt)	<input type="checkbox"/> ±380Volt <input checked="" type="checkbox"/> 390	<input checked="" type="checkbox"/> ±380Volt <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> ±380Volt <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> ±380Volt <input checked="" type="checkbox"/> 400
Pengamatan	Tanggal (November)			
	01	08	16	23
EF08 / EF09	EF 09	EF 08	EF08	EF08
Kuat Arus (Ampere)	126	133	136	133
Tegangan(Volt)	<input type="checkbox"/> ±380Volt <input checked="" type="checkbox"/> 390	<input checked="" type="checkbox"/> ±380Volt <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> ±380Volt <input checked="" type="checkbox"/> 400	<input type="checkbox"/> ±380Volt <input checked="" type="checkbox"/> 390

Pengamatan	Tanggal (Desember)			
	01	07	14	22
EF08 / EF09	EF09	EF08	EF09	EF08
Kuat Arus (Ampere)	138	134	132	142
Tegangan(Volt)	<input type="checkbox"/> ±380Volt <input checked="" type="checkbox"/> 400	<input checked="" type="checkbox"/> ±380Volt <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> ±380Volt <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> ±380Volt <input checked="" type="checkbox"/> 400

Tabel 3. Data pemantauan sistem *Exhaust hotcell* (AL01/AL02)

Pengamatan	Tanggal (Juli)			
	01	12	18	25
AL01 / AL02	AL02	AL02	AL01	AL01
Kuat Arus (Ampere)	33	45	45	46
Tegangan(Volt)	<input checked="" type="checkbox"/> ±380Volt <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> ±380Volt <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> ±380Volt <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> ±380Volt <input type="checkbox"/>
Pengamatan	Tanggal (Agustus)			
	01	08	15	22
AL01 / AL02	AL01	AL02	AL01	AL01
Kuat Arus (Ampere)	43	36	45	48
Tegangan(Volt)	<input checked="" type="checkbox"/> ±380Volt <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> ±380Volt <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> ±380Volt <input checked="" type="checkbox"/> 400	<input type="checkbox"/> ±380Volt <input checked="" type="checkbox"/> 400
Pengamatan	Tanggal			
	05	13	20	27
AL01 / AL02	AL02	AL01	AL02	AL01
Kuat Arus (Ampere)	38	45	40	42
Tegangan(Volt)	<input type="checkbox"/> ±380Vol <input checked="" type="checkbox"/> 390	<input type="checkbox"/> ±380Volt <input checked="" type="checkbox"/> 390	<input type="checkbox"/> ±380Volt <input checked="" type="checkbox"/> 400	<input checked="" type="checkbox"/> ±380Volt <input type="checkbox"/>
Pengamatan	Tanggal (Oktober)			
	03	10	17	24
AL01 / AL02	AL01	AL02	AL01	AL02
Kuat Arus (Ampere)	43	43	46	44
Tegangan(Volt)	<input type="checkbox"/> ±380Vol <input checked="" type="checkbox"/> 390	<input checked="" type="checkbox"/> ±380Volt <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> ±380Volt <input checked="" type="checkbox"/> 400	<input type="checkbox"/> ±380Volt <input checked="" type="checkbox"/> 400
Pengamatan	Tanggal (November)			
	01	08	16	23
AL01 / AL02	AL01	AL01	AL01	AL01

Kuat Arus (Ampere)	44	44	44	44
Tegangan(Volt)	<input type="checkbox"/> ±380Volt <input checked="" type="checkbox"/> 390	<input type="checkbox"/> ±380Volt <input checked="" type="checkbox"/> 400	<input type="checkbox"/> ±380Volt <input checked="" type="checkbox"/> 400	<input type="checkbox"/> ±380Volt <input checked="" type="checkbox"/> 400
Pengamatan	Tanggal ( Desember)			
	01	10	17	22
AL01 / AL02	AL01	AL02	AL01	AL02
Kuat Arus (Ampere)	43	42	43	44
Tegangan(Volt)	<input type="checkbox"/> ±380Volt <input checked="" type="checkbox"/> 400	<input checked="" type="checkbox"/> ±380Volt <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> ±380Volt <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> ±380Volt <input checked="" type="checkbox"/> 400

Data kegiatan perawatan preventif sistem VAC dilakukan dengan pemantauan tekanan udara negatif disetiap zona setiap minggu seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4 . Pemantauan tekanan udara negative masing -masing zone.

Lokasi	Tanggal (Juli)							
	05		12		19		26	
Udara Luar	98512	Beda	98512	Beda	98512	Beda	98512	Beda
Z-I,Ruang Lobby	98457	55	98457	55	98457	55	98457	55
Z-II,Operating Area	98187	325	98187	325	98187	325	98187	325
Z-III, Service area	98047	465	98047	465	98047	465	98047	465
Z-IV,Cell 101		775		775		775		775

Lokasi	Tanggal (Agustus)							
	03		15		22		29	
Udara Luar	98512	Beda	98512	Beda	98512	Beda	98512	Beda
Z-I,Ruang Lobby	98485	27	98485	27	98485	27	98485	27
Z-II,Operating Area	98205	256	98205	256	98205	256	98205	256
Z-III, Service area	98045	467	98045	467	98045	467	98045	467
Z-IV,Cell 101		706		706		706		706

Lokasi	Tanggal(September)							
	01		08		15		22	
Udara Luar	98512	Beda	98512	Beda	98512	Beda	98512	Beda
Z-I,Ruang Lobby	98485	27	98485	27	98485	27	98485	27



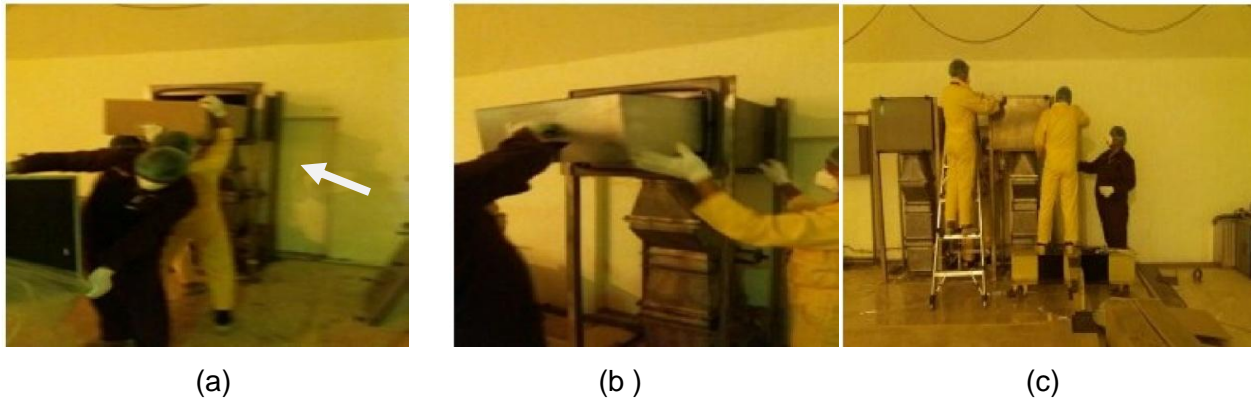
Z-II, Operating Area	98205	307	98205	307	98205	307	98205	307
Z-III, Service area	98045	467	98045	467	98045	467	98045	467
Z-IV, Cell 101		757		757		757		757

Lokasi	Tanggal (Oktober)							
	03		10		17		24	
Udara Luar	98512	Beda	98512	Beda	98515	Beda	98517	Beda
Z-I, Ruang Lobby	98475	37	98475	37	98472	43	98468	49
Z-II, Operating Area	98201	311	98203	309	98203	312	98201	316
Z-III, Service area	98045	467	98042	470	98043	472	98042	475
Z-IV, Cell 101		761		759		762		766

Lokasi	Tanggal (November)							
	02		09		16		23	
Udara Luar	98523	Beda	98520	Beda	98520	Beda	98518	Beda
Z-I, Ruang Lobby	98471	52	98471	49	98471	49	98470	48
Z-II, Operating Area	98197	326	98197	323	98200	320	98201	317
Z-III, Service area	98042	481	98040	480	98040	480	98040	478
Z-IV, Cell 101		776		773		770		767

Lokasi	Tanggal (Desember)							
	01		08		15		22	
Udara Luar	98518	Beda	98518	Beda	98521	Beda	98520	Beda
Z-I, Ruang Lobby	98469	49	98470	48	98475	46	98473	47
Z-II, Operating Area	98199	319	98148	370	98201	320	98203	317
Z-III, Service area	98043	475	98043	475	98045	476	98013	507
Z-IV, Cell 101		769		820		770		767

Hasil penggantian *filter* HEPA dilakukan dengan *supply* udara pada *hotcell* ZG101-ZG103 diambil dari *service area* dengan memanfaatkan hisapan pada *concrete cell*. Penggantian *filter* HEPA dilakukan agar hisapan kearah *concrete cell* semakin tinggi dan menaikkan *negatif pressure* di *service area*. Ada 6 buah *filter* yang diganti menggunakan HEPA *filter* dengan efisiensi 99,99% seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6a,6b dan 6c.



Gambar 6. Pengantian *filter* HEPA *service area*

Selain itu dilakukan juga pengecekan *damper* pada sistem *filter* tersebut, *damper* yang terpasang terdiri dari 3 jenis *damper* yaitu *Manual Damper*, *Pneumatic damper* dan *Automatic Volume damper (AVD)* yang terlihat pada Gambar 7. Bukaian *damper* pada manual *damper* mudah untuk diidentifikasi sedangkan *Pneumatic damper* dan AVD perlu melepas as *damper* dari *blade*.



Gambar 7: *Damper* pada *ducting supply* udara *concrete cell*.

Setelah dilakukan pengamatan data ukur arus dan tegangan, data pemantauan tekanan dan penggantian *filter* dapat lihat kondisi sistem VAC dan tekanan negatif di *service area* seperti berikut;

**Pengamatan data arus dan tegangan *Supply Fan* SF 01/ SF 02**

Arus dikatakan normal bila berada dibawah 80% In (arus nominal) daya motor pada *supply Fan* sebesar SF01/02 = 200 kW, Tegangan = 380/660 V, Arus = 375/217 A. Motor bekerja pada tegangan 380 volt maka arus maksimumnya adalah 375 ampere. Sedangkan In (arus nominal) yang dibolehkan adalah dibawah  $375 \times 80\% = 300$  ampere. Berdasarkan data diatas arus yang terukur sebesar 204 – 230 ampere jadi fungsi *supply* sebagai penghasil udara segar berdasarkan tegangan dan arus masih normal.

**Exhaust Fan EF 08/ EF 09**

Daya motor pada Exhaust EF08/EF09 sebesar 132 kW, Tegangan 380/660 Volt, Arus 243/140 ampere, Factor daya 0,86. Tegangan kerja 380 volt maka arus maksimum adalah 243 ampere. Sedangkan In (arus nominal) yang dibolehkan adalah  $243 \times 80 \% = 194,4$  ampere. Berdasarkan data operasi *blower Exhaust* EF08/EF09 arus yang terukur adalah 126–139 Ampere, kondisi arus tersebut masih dibawah In. Arus dan tegangan EF08/EF09 masih normal.

**Exhaust Fan AL01/AL02**

Daya motor pada exhaust AL01/AL02 sebesar 45kW, tegangan 380/660 Volt, Arus 89/48 ampere dan factor daya = 0,86. Tegangan kerja motor AL adalah 380 volt maka arus maksimumnya adalah 89 ampere. Sedangkan In yang dibolehkan adalah  $89 \times 80 \% = 71,2$  ampere. Berdasarkan pengukuran arus motor AL didapat arus sebesar 33 - 46 ampere, kondisi arus tersebut masih dibawah In. Arus dan tegangan AL01/ AL02 masih normal.

Hasil pada pemantauan arus dan tegangan secara keseluruhan baik *supply fan* maupun *Exhaust Fan* menunjukkan bahwa *blower* beroperasi dengan normal. Besaran arus tidak ada yang melebihi arus nominal (In). Arus operasi pada supply sekitar 204-230 ampere sedangkan batas pada arus nominal sebesar 300 ampere. Pada *Exhaust fan* EF08/EF09 arus operasi berkisar 126 – 139 ampere sedangkan arus batas nominal 194,4 ampere. Pada *Exhaust AL* (untuk *hotcell*) arus operasi berkisar 33-46 ampere sedangkan arus batas nominalnya 71,2 ampere. Jika arus listrik tinggi mendekati arus nominal dimungkinkan ada sumbatan dalam sistem *dampers*, atau mungkin ada kerusakan mekanik biasanya berupa kerusakan bearing. Apabila arus pengukuran terlalu rendah mendekati 50 % arus operasi motor maka kerusakan *fan belt* atau kendor telah terjadi.

**Pengamatan Pemantauan tekanan**

Berdasarkan Laporan analisis Keselamatan besaran tekanan negatif di tiap zona adalah, zona 1= 1-50 Pa, zona 2 = 70-100 Pa, zona 3 =120-150 Pa dan zona 4 diatas 250 Pa, tekanan tersebut dibandingkan terhadap tekanan udara luar (atmosfer). Sementara itu tekanan yang terukur menggunakan anemometer Lutron diperoleh sebesar 465 Pa–507 Pa terhadap tekanan udara luar, terjadi selisih yang tinggi antara pengukuran dan LAK.

Perbedaan tekanan di *service area* terhadap tekanan luar cukup tinggi sehingga melebihi kondisi batas operasi yang ditetapkan (LAK) sebesar 120-150 Pa, akan tetapi penggantian *filter* dan perbaikan *dampers* telah menurunkan tekanan Zona 4, jika beda tekanan *service area* dan *hotcell* sekarang 210 Pa dan tekanan zona-2 kurang lebih 350 Pa maka tekanan di Zona-4 berkisar 550 Pa (sebelumnya 700 Pa – 800 Pa).

**Penggantian *Filter* dan perbaikan damper**

Setelah dilakukan penggantian 6 buah HEPA *filter* dengan efisiensi 99,99% dan perbaikan *damper* didapat hasil pengukuran tekanan seperti tercantum pada Tabel 6. Pada alat ukur tekanan PD1 kejenuhan *filter exhaust* pada *hotcell* 101 naik dari 270 pa menjadi 420 pa kemudian ada peningkatan beda tekanan antara *operating area* dengan *hotcell* sebesar 200 pa.

Perbedaan tekanan antara *operating area* dan *hotcell* ZG101-ZG 103 relatif sama terlihat pada alat ukur PDI 02 dan PDI 05, demikian halnya dengan kejenuhan *filter* pada alat ukur PDI 01, PDI 03, PDI 03 seperti yang ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Pengamatan tekanan udara negative di *hotcell* ZG101-ZG103 (Pa)

No	No <i>Hotcell</i>	Kode alat ukur	Tekanan sebelum penggantian <i>filter</i>	Tekanan sesudah penggantian <i>filter</i>	Keterangan
1	ZG 101	PDI 01	270	420	Kejenuhan <i>Filter</i>
		PDI 02	140	200	Beda tekanan <i>operating area</i> dengan <i>hotcell</i>
2	ZG 102	PDI 03	270	420	Kejenuhan <i>Filter</i>
		PDI 05	130	210	Beda tekanan <i>operating area</i> dengan <i>hotcell</i>
3	ZG 103	PDI 04	320	420	Kejenuhan <i>Filter</i>
		PDI 05	130	210	Beda tekanan <i>operating area</i> dengan <i>hotcell</i>

Sementara itu, hasil pengukuran aliran udara dari *service area* ke dalam *hotcell* ZG 101 hingga ZG 103 masing-masing *filter* dapat dilihat pada Tabel 6. Adanya perbedaan aliran udara kedalam *hotcell* disebabkan perbedaan bukaan damper setelah *filter* yang tidak dapat diketahui secara visual, hal ini mengakibatkan jumlah aliran udara yang masuk ke *hotcell* berbeda.

Tabel 6: Pengukuran aliran udara *filter supply* ZG 101-ZG 103

No <i>Filter</i>	<i>Hotcell</i> (ZG)	Sebelum penggantian filter (m/s)	Sesudah penggantian <i>filter</i> (m/s)	Keterangan
01	101	0	3,4	
02	101	0	2,3	
03	102	0	1,4	
04	102	0	2,4	
05	103	0	0	Damper rusak
06	103	0	1,3	

Namun langkah dilakukan untuk mengetahui adanya aliran udara dilakukan suatu metode pengamatan lembaran tisu yang bergerak ke arah *service area* atau dari zona-2 ke dalam zona-3 seperti yang ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Indikator adanya aliran udara dari zona-2 ke zona-3

Faktor kerusakan damper juga mempengaruhi besarnya tekanan di *service area*. Pengaturan posisi *damper* pada sistem VAC yang menyebabkan tingginya *negatif pressure* perlu dilakukan identifikasi kondisi *damper*. Penggantian dan perbaikan *filter* di *service area* berhasil mempertinggi beda tekanan diantara zona-2 dan Zona-3.

## KESIMPULAN

Sistem *Supply* dan *Exhaust* beroperasi normal dengan arus operasi berada dibawah arus nominal untuk *Supply Fan* 204-230 ampere, *exhaust* EF08/EF09 126 – 139 ampere dan *exhaust* AL01/AL02 adalah 33-46 ampere. Pemantauan tekanan di *service area* masih terlalu tinggi terhadap tekanan luar dan juga membandingkan dengan LAK akan tetapi pengaruh penggantian *filter* membuat perbedaan tekanan antara zona-2 dan zona-3 semakin tinggi. Untuk menaikkan perbedaan tekanan di *service area* terhadap zona-2 telah dilakukan penggantian *filter* HEPA sehingga aliran udara dari zona-2 ke zona- 3 menjadi tinggi.

Evaluasi tekanan udara negatif di *service area* mengidentifikasi terdapat beberapa penyebab tidak terpenuhinya tekanan sehingga besarnya tidak sesuai dengan LAK yaitu:

1. tidak adanya pengaturan bukaan udara *supply* dan udara *exhaust* secara dinamis (buka tutup damper).
2. *filter supply hotcell* ZG101- ZG103 jenuh.

3. penggantian operasi *blower supply* dan *blower exhaust* mengakibatkan tekanan negatif tidak terdeteksi pergeserannya.

Kondisi diatas masih memenuhi keselamatan pekerja radiasi di dalam laboratorium IRM karena arah aliran udara sesuai dengan *flow pattern* ( zone1 ke zone 4).

#### **DAFTAR PUSTAKA**

1. PP no 2 tahun 2014 tentang Perizinan Instalasi Nuklir dan Pemanfaatan Bahan Nuklir.
2. BAPETEN, Perka Bapeten no 04 tahun 2014 tentang batasan dan kondisi operasi.
3. BAPETEN,Peraturan Kepala BAPETEN no 11<sup>Th</sup> 2007 tentang ketentuan Keselamatan INNR.
4. PTBN, Laporan Analisis Keselamatan (LAK) tentang KBO Sistem Ventilasi Dan Pengkondisian Udara.
5. BPFBBN PTBBN-BATAN, SOP PerawatanPeralatan Fasilitas Radiometalurgi REV.0/Terbitan 2.
6. BPFBBN PTBBN-BATAN, SOP Pengoperasian Sistem VAC Fasilitas Radiometalurgi REV.0 / Terbitan 1.