



## EVALUASI KESELAMATAN OPERASI SISTEM TRANSFER PNEUMATIK

Eko Edy Karmanto, Noor Harjono

Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan-BATAN, Babarsari Yogyakarta 55281

E-mail: ptapb@batan.go.id

### ABSTRAK

**EVALUASI KESELAMATAN OPERASI SISTEM TRANSFER PNEUMATIK.** Evaluasi keselamatan operasi dilakukan dengan metode pengukuran dan pengamatan langsung terhadap parameter operasi masing-masing unit peralatan pada Sistem Transfer Pneumatik (STP), dimulai dari kinerja kompresor, komputer kendali proses, pemuat sampel, perpipaan termasuk katup-katup dan perapat pada tiap sambungan pada perpipaan, dan kolom iradiasi, serta unit pencacah. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa perpipaan pada STP mendapat beban tekanan udara maksimum yang mendorong kapsul berisi sampel, melalui perpipaan tersebut. Dengan berat kapsul kosong 9.588 gram, berat sampel maksimum dari pengujian 10 gram, STP masih dapat beroperasi normal. Keselamatan kinerja perpipaan dan katup-katup direpresentasikan oleh perapat sambungan perpipaan dan kelancaran kinerja katup-katup normaly open dan normaly close, sehingga STP bekerja pada tekanan maksimum sesuai dengan kondisi batas untuk operasi normal dan aman, yaitu sebesar 12 psi.

### ABSTRACT

**EVALUATIONS OF THE OPERATIONS SAFETY FOR PNEUMATIC TRANSFER SYSTEM.** Evaluation of the safety of the operation carried out by the method of measurement and direct observation of the operating parameters of each piece of equipment on the Pneumatic Transfer System (PTS), starting from the performance of the compressor, computer process control, sample loader, piping including valves and seals on each connection on the piping, and their radiation field, as well as counter unit. The evaluation shows that the piping on the PTS load gets maximum air pressure that drives the capsule containing the sample, through the piping. With an empty weight of 9588 gram capsule, the maximum sample weight of 10 grams testing, PTS can still operate normally. Safety performance of the piping and valves seals the connection represented by the smooth performance of the piping and valves normally open and normally closed, so the STP work at maximum pressure corresponding to the boundary conditions for the normal and safe operation, which is 12 psi.

## PENDAHULUAN

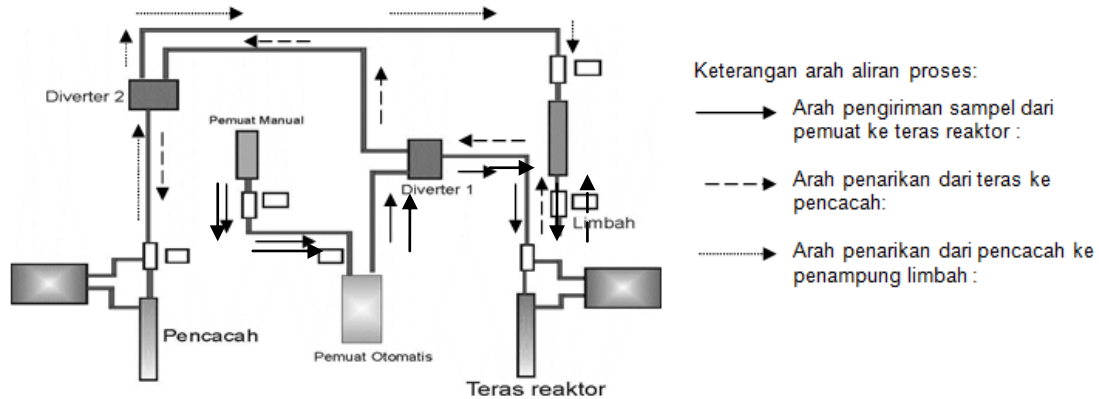
### Latar belakang dan Tujuan

Sistem Transfer Pneumatik (STP) terdiri dari berbagai perangkat antara lain perangkat untuk pengiriman dan pemuatan kapsul yang berisi sampel iradiasi; perangkat pemasok udara bertekanan (kompresor); perangkat perpipaan; perangkat iradiasi di dalam teras, perangkat pencacah radiasi, penampung limbah sementara; serta unit komputer kendali proses.<sup>1)</sup> Diagram alir proses kerja STP disajikan pada Gambar 1. Unit-

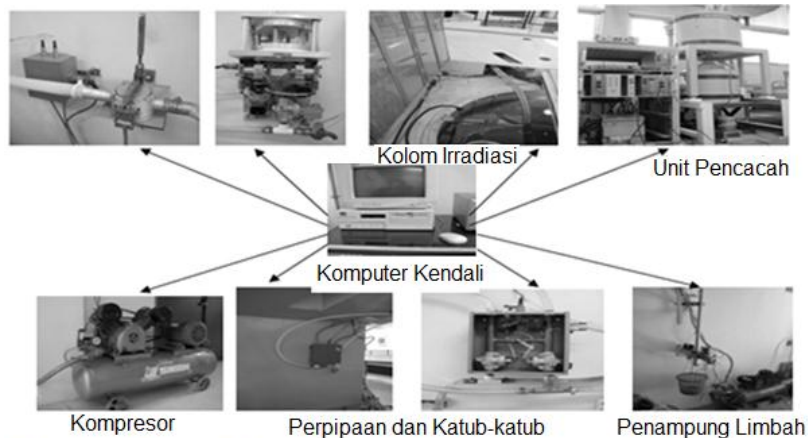
unit peralatan tersebut disajikan pada gambar 2. Evaluasi keselamatan kinerja Sistem Transfer Pneumatik dilakukan dalam kerangka program perawatan berkala yang bersifat perawatan pemeliharaan, perawatan inspeksi atau pengecekan fungsi. Pada saat STP dioperasikan ada potensi bahaya yang harus diperhatikan untuk dilakukan pencegahan. Potensi tersebut dapat berupa bahaya radiasi maupun non radiasi yang dapat ditimbulkan dari kegagalan maupun kecelakaan kerja unit-unit peralatan dalam STP.<sup>3)</sup>



PROSIDING SEMINAR  
PENELITIAN DAN PENGELOLAAN PERANGKAT NUKLIR  
Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan  
Yogyakarta, 26 September 2012



Gambar 1: Diagram alir proses kerja STP



NB : Komputer kendali berfungsi mengendalikan proses dan penampil aliran proses.

Gambar 2. Unit-unit peralatan sistem transfer pneumatik Reaktor Kartini

Dengan demikian maka evaluasi keselamatan dilakukan terhadap unit-unit kompresor, perpipaan dan katup-katup, kolom irradiasi, unit pencacah radiasi, unit penampung limbah dan unit instrumentasi pengendali.

## TATA KERJA

### Peralatan Penelitian Evaluasi

Dalam penelitian ini peralatan yang digunakan meliputi: alat preparasi sampel, kolom irradiasi pada teras reaktor Kartini, alat cacah, dan perpipaan pemindah sampel serta *Pneumatic Transfer System*.

### Preparasi sampel digunakan peralatan

Timbangan elektronik, untuk menimbang sampel yang akan diaktivasi. Alat ini bermerek DRAGON 303, dengan nomor seri 1201160031, item 12105210, ketelitiannya 0,001 gram, *power requirements* 8-14,5 V ~ 50/60 Hz.

### Kapsul pembungkus sampel

Pinset, gunting, isolatip digunakan untuk menyiapkan sampel sebelum dan sesudah aktivasi.

Kolom irradiasi terletak di ring F8 sistem teras Reaktor Kartini.

Alat yang digunakan untuk pencacah sampel meliputi:

1. Detektor HPGe (CANBERA), tipe koaksial, nomor seri : GC 1018
2. Sumber tegangan tinggi (HV), dengan tegangan 3 kV
3. *Pre Amplifier* (CANBERA), nomor seri: 2002 C
4. *Amplifier* (ORTEC), nomor seri: 572
5. *Cryostat* (CANBERA), nomor seri : 7500
6. Komputer dengan sistem operasi DOS

Alat yang digunakan untuk mengirim dan menarik atau memindahkan sampel dari dan ke kolom irradiasi menuju pencacah adalah sistem transfer Pneumatik (STP) yang terdiri beberapa unit alat yaitu:

1. *Hand loader*
2. Pemuat
3. Teras Reaktor
4. Alat pencacah
5. Tempat pembuangan sampel
6. Kompresor



### Bahan Penelitian

Bahan yang diperlukan untuk melakukan evaluasi keselamatan operasi STP antara lain bahan sampel, termasuk kapsul polyetilen, bahan preparasi. Untuk evaluasi ini digunakan foil emas ( $Au^{197}$ ) dengan nomor atom 197, waktu paro 2,7 hari, tampang lintang mikroskopis 98,8 barn, rapat massa  $19,32 \text{ gram/cm}^3$ , kemurnian 99,9918 %, diameter 0,0254 mm, massa 0,004 gram dan 0,005 gram.

### Langkah Kerja

1. Melakukan preparasi sampel yang akan diirradiasi dengan memanfaatkan kinerja STP.
2. Melakukan persiapan pengoperasian STP, reaktor sudah dalam kondisi operasi pada tingkat daya.
3. Mengoperasikan STP sesuai prosedur operasi, untuk mengirim dan menarik kembali sampel yang diirradiasi.
4. Melakukan pengamatan dan mencatat kinerja, masing-masing unit peralatan pada STP, dimulai dari kinerja kompresor, komputer kendali proses, pemuat sampel, perpipaan termasuk katup-katup dan perapat tiap sambungan pada perpipaan, kolom irradiasi, dan unit pencacah.
5. Melakukan pencacahan, untuk membuktikan bahwa sampel telah masuk dan terirradiasi di dalam kolom irradiasi pada teras reaktor.
6. Melakukan analisis data operasi tiap unit dalam STP dan dievaluasi.
7. Membuat laporan evaluasi.

### Teknik Analisa Data

Data yang diperoleh pada pengukuran dan pengamatan ini berupa nilai tekanan udara pada perpipaan, waktu transfer kapsul sampel, tampilan pada komputer kendali, kondisi visual katup-katup, perapat pada perpipaan dan kompresor, serta hasil pencacahan<sup>5)</sup>. Data tersebut dibandingkan dengan nilai kondisi batas untuk operasi normal dan aman bagi sistem transfer pneumatik.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil evaluasi terhadap unit-unit peralatan pada Sistem Transfer Pneumatik disajikan dalam Tabel 1 dan Tabel 2. Sedangkan spesifikasi teknis Sistem Transfer Pneumatik, sebagai berikut :

1. Tekanan udara pada regulator kompresor : 12 psi
2. Panjang lintasan transfer : 55 m
3. Panjang kolom irradiasi : 0,356 m
4. Waktu transfer kapsul (tanpa cuplikan) : 3,284 dt
5. Waktu irradiasi minimum : 0,0425 dt
6. Kecepatan transfer : 16,747 m/dt
7. Berat kapsul tanpa cuplikan : 9,588 gram
8. Maksimum berat kapsul berisi cuplikan : 10 gram

Pemasok Udara (kompresor) pada STP, ada dua unit kompresor, yaitu kompresor 1 dan kompresor 2, masing-masing bekerja sebagai penyedia udara bertekanan untuk mendorong kapsul dalam perpipaan STP. Kinerja kompresor ini dibatasi dengan pengesetan otomatis tekanan udara pada regulator kompresor maksimum 12 psi. Jaminan keselamatan dan keamanan operasi terletak pada saklar otomatis yang akan mematikan motor kompresor ketika tekanan kompresor pada regulator telah mencapai 12 psi.

Perpipaan dan katup-katup pada STP mendapat beban tekanan udara maksimum 12 psi yang mendorong kapsul berisi sampel melalui perpipaan tersebut. Berat kapsul kosong 9.588 gram, berat sampel maksimum dari pengujian 10 gram. Keselamatan kinerja perpipaan dan katup-katup direpresentasikan oleh perapat sambungan perpipaan dankelancaran kinerja katup-katup *normaly open* dan *normaly close*. Ketidak normalan perpipaan dan katup-katup, akan menyebabkan turunnya tekanan udara dalam perpipaan, sehingga sampel tidak terdorong masuk sampai kolom irradiasi, atau sampel tidak bisa di transfer ke tujuan yang diinginkan.

Tabel 1: data pengamatan operasi perangkat pada STP

Perangkat	Parameter	Kondisi/Hasil
Pemasok udara (Kompresor)	Tekanan maksimum pada regulator.	Normal (12 psi)
Perpipaan dan Katup-katup pengatur arah aliran udara	Kerapatan, kebocoran	Normal rapat.
Kolom irradiasi	Sumbatan, rembesan ATR	Lancar, kering
Pencacah radiasi	Perisai, sistem detektor	Normal aman dan selamat.
Penampung limbah	Wadah, perisai radiasi	Ada aman, tanpa perisai radiasi
Instrumentasi pengendali	Kelistrikan, penyedia daya	Aman, selamat.
STP keseluruhan	Keselamatan radiasi dan non radiasi	Dapat dioperasikan dengan baik aman dan selamat.



**PROSIDING SEMINAR  
PENELITIAN DAN PENGELOLAAN PERANGKAT NUKLIR  
Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan  
Yogyakarta, 26 September 2012**

Tabel 2: Data waktu transfer sampel.

Berat sampel (gram)	Waktu transfer sampel (detik)	
	Pengiriman (dari <i>auto loader</i> ke teras reaktor)	Penarikan (dari teras reaktor ke pencacah)
9,793	4,0806	3,2294
11,382	4,1884	3,6084
12,058	4,1716	3,6428
12,448	4,1914	3,6540

Kolom irradiasi STP terletak pada teras reaktor pada kisi-kisi bahan bakar ring F. Kolom tersebut rapat dan tidak boleh terisi air meskipun terletak pada kedalaman air tangki reaktor. Keselamatan dan keamanan kinerja kolom irradiasi bergantung pada kerapatan kolom sehingga tidak ada rembesan air tangki reaktor yang masuk ke kolom tersebut. Apabila kolom terisi air maka sampel tidak sampai pada dasar kolom sehingga tidak terirradiasi. Disamping itu, kolom juga tidak boleh ada sumbatan yang dapat menghambat laju kapsul.

Pencacah radiasi STP menggunakan detektor Hp Ge, dan penganalisis multi kanal. Pada detektor dilindungi perisai radiasi, Pb, sehingga paparan radiasi kelingkungan kerja tidak lebih dari paparan radiasi latar. Keselamatan radiasi dari sistem pencacah ini ditentukan oleh normalnya perisai radiasi pada sistem cacah.

Penampung limbah pada STP digunakan untuk menampung sementara limbah yang berupa sampel pasca proses pencacahan yang biasanya aktivitas umur pendek dan sangat pendek, sudah meluruh mencapai aktivitas sama dengan aktivitas cacah latar. Dengan demikian maka persyaratan wadah penampung limbah, juga hampir sama dengan penampung limbah non radioaktif, yaitu berupa keranjang plastik diletakkan/digantung pada ujung pipa pembuangan sampel.

Instrumentasi Pengendali pada STP berupa satu unit PC digunakan untuk mengendalikan proses transfer sampel. Keselamatan dan keamanan kinerja PC adalah pada unit penyedia daya listrik dan prosedur operasi yang benar.

Waktu transfer sampel pada proses pengiriman dan proses penarikan menggambarkan, menggambarkan bahwa tekanan udara pada sistem perpipaan berada pada kondisi normal, karena katup-katup dan perapat berada pada kondisi yang baik dan bekerja normal.

## KESIMPULAN

Dari pengamatan dan evaluasi kinerja operasi semua perangkat peralatan dan perpipaan pada Sistem Transfer Pneumatik serta pengukuran waktu transfer, dapat disimpulkan bahwa secara

keseluruhan sistem berada pada kondisi normal, dan aman untuk dioperasikan sesuai dengan prosedur pengoperasian STP. Perawatan pemeliharaan terhadap system transfer pneumatik agar STP tetap berada pada kondisi siap dioperasikan harus dilakukan secara periodik untuk mempertahankan kinerja katup-katup pengatur pasokan udara bertekanan sesuai dengan kondisi batas operasi yang aman dan selamat.

## DAFTAR PUSTAKA

1. JOHN JAY HOPKINS Laboratory General Atomic.1962. 250-kw TRIGA Mark II Reactor Mechanical Maintenance and Operating manual. San Diego 12, California.
2. HS CHUNG, YS CHUNG, JS WOO, HK KIM, YS CHOI, SH KIM, JH MOON dan SY BAEK, 2000. Pneumatik transfer sistem control, for neutron activation analysis. Technical Raport, Korea Atomic Energy Research Institute.
3. YONG-SAM CHUNG 2005. Characteristics of The Pneumatic Transfer System and The Irradiation Hole at The Hanaro Research Reactor. Korea Atomic Energy Research Institute.
4. ERDTMANN, GERHARD dan SOYKA, WERNER. 1979. The Gamma Rays of the Radionuclides. Weinheim Newyork:Verlag Chemie
5. RANY SAPTAAJI. 1998. Penentuan Fluks Neutron Pada Beamport dan Fasilitas Irradiasi Lazy Susan Reaktor Kartini. Yogyakarta:UGM

## TANYA JAWAB

### Tri Nugroho

- Berapa periode waktu optimal dilakukan kajian ini?apa alasanya?

### Eko Edy Karmanto

- ✧ *Kajian dilakukan setiap kali perawatan perbaikan untuk mengetahui dan memastikan bahwa perawatan telah berhasil mengembalikan kinerja STP sesuai dengan spek tek nya.*